

**25 ЛЕТ
КОСМИЧЕСКОЙ
ЭРЫ**



**5 1982 ЗЕМЛЯ
И
ВСЕЛЕННАЯ**

АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА
ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

От имени Советского Союза, от имени 269-миллионного советского народа я обращаюсь к Генеральной Ассамблее Организации Объединенных Наций, собравшейся на свою вторую специальную сессию по вопросам разоружения.

Большие и ответственные задачи стоят перед сессией. В ее повестке дня ряд вопросов первостепенного значения.

Но если выделить самое важное, наиболее острое, что волнует сейчас людей во всех уголках нашей планеты, над чем бьется мысль государственных и общественных деятелей во многих странах мира, то это забота о том, чтобы остановить бесконечное наращивание все более разрушительных видов оружия, добиться перелома к улучшению международных отношений, не допустить ядерной катастрофы.

В политике Советского Союза забота о мире является главенствующей. Мы убеждены, что никакие противоречия между государствами или группами государств, никакие различия в общественном строе, образе жизни или идеологии, никакие сиюминутные интересы не могут заслонить фундаментальную, общую для всех народов необходимость — сберечь мир, предотвратить ядерную войну.

Сегодня, как никогда раньше, от всех государств требуются целеустремленные, взвешенные действия во имя этой высокой цели.

Руководствуясь стремлением сделать все от него зависящее, чтобы отвести от народов угрозу ядерного опустошения и в конечном счете исключить из жизни человечества самую его возможность, Советское государство торжественно заявляет:

Союз Советских Социалистических Республик принимает на себя обязательство не применять первым ядерное оружие.

Из послания
Генерального секретаря ЦК КПСС,
Председателя Президиума
Верховного Совета СССР
Л. И. БРЕЖНЕВА
Второй специальной сессии
Генеральной Ассамблеи ООН

Научно-популярный
журнал
Академии наук СССР
Основан в 1965 году
Выходит 6 раз в год
Издательство «Наука»
Москва

5 СЕНТЯБРЬ
ОКТАБРЬ
1982

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

Навстречу 60-летию образования СССР

В номере:

Глушко В. П.— 25 лет космической эры	4
Шаталов В. А.— Пилотируемые космические полеты в СССР . . .	11
Истомин В. Г.— Редкие газы на Венере	19
Курт В. Г.— Рентгеновское излучение скоплений галактик	26
Петрова Г. Н.— Инверсии магнитного поля Земли	33
Левин Б. Ю.— Комета Галлея — рядовой и уникальный объект Сол- нечной системы	38

ЛЮДИ НАУКИ

Ветров Г. С.— Константин Эдуардович Циолковский	48
Лунин А.— Консул гданьского магистрата	53

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

Скуридин Г. А.— С. П. Королев и первый искусственный спутник Земли	57
Пандул И. С., Шабаров С. Н.— Кронштадтский футшток и исход- ный пункт нивелирной сети СССР	62

ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

Соломатина Э. К.— «Международные геофизические исследования»	67
--	----

ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ

Бекашев Р. Х.— Монтировка самодельного рефлектора	69
---	----

ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ

Неяченко И. И.— Рак	72
-------------------------------	----

КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

Орлов В. А.— Первый искусственный спутник Земли	73
---	----

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

Дивари Н. Б.— «Железный дождь»	75
Морозова Н. М.— Книга о Николае Николаевиче Зубове	77

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

На орбите «Салют-7» [2]; Анизотропия космических лучей сверхвысоких энергий [10]; Солнце — рядовая звезда! [25]; Рентгеновская вспышка сверхновой [31]; Альфа Центавра — рентгеновский источник [31]; Звезды очень малых масс [32]; Ориентация галактик в Местном сверхскоплении [32]; Как изменялся климат Земли в прошлом [37]; Исследуются космические антипротоны [37]; Функция светимости пульсаров [37]; Комета столкнулась с Солнцем [47]; Проект НАСА не осуществится [47]; Происхождение Харона [47]; Третья гравитационная линза [65]; Древнейший метеорит нашей страны [65]; Книги 1983 года [78]; Новые книги [56, 74, 79].



На орбите «Салют-7»

4 июня 1982 года в 10 часов 31 минуту по московскому времени после завершения программы совместного полета автоматический транспортный корабль «Прогресс-13» был отделен от орбитального комплекса «Салют-7» — «Союз Т-5».

В тот же день А. Н. Березовой и В. В. Лебедев проводили биологические эксперименты, проверяли работу аппаратуры, предназначенной для исследования характеристик ионосферы и атмосферы Земли.

6 июня «Прогресс-13» вошел в плотные слои атмосферы над заданным районом Тихого океана и прекратил существование. Космонавты

занимались физическими упражнениями на комплексном тренажере и велоэргометре, отдыхали.

8 июня экипаж орбитального комплекса изучал крупные кольцевые образования и разломы земной коры для более рационального планирования поисков месторождений полезных ископаемых, вели наблюдения акватории Мирового океана в целях обнаружения районов промыслового лова рыбы.

11 июня А. Н. Березовой и В. В. Лебедев с помощью системы автономной навигации «Дельта» проводили астрофизические исследования, требующие высокоточной ориентации и стабилизации комплекса. Они также следили за развитием и ориентацией растений, окраской листьев.

12 июня космонавты занимались

визуальными наблюдениями, отдыхали.

15 июня в программе рабочего дня экипажа комплекса были астрофизические исследования с использованием системы автономной навигации «Дельта», биологические эксперименты, визуальные наблюдения акватории Мирового океана, подготовка приборов для работы между-

Экипаж космического корабля «Союз Т-6» (слева направо) — летчик-космонавт СССР, дважды Герой Советского Союза В. А. Джанибеков, французский космонавт, Герой Советского Союза Жан-Лу Кретъен и летчик-космонавт СССР, дважды Герой Советского Союза А. С. Иванченков



народного экипажа с участием французского космонавта. Чтобы оценить параметры атмосферы, непосредственно окружающей станцию, изучить атмосферу Земли и ионосферу, была включена масс-спектрометрическая аппаратура «Астра-1».

18 июня космонавты монтировали новую технологическую установку. По сравнению с предыдущими она имеет увеличенные размеры электронагревательной камеры и снабжена устройствами для регистрации температуры в различных зонах печи.

20—22 июня А. Н. Березовой и В. В. Лебедев завершали подготовку к работе с советско-французским экипажем.

23 июня проводились исследования сердечно-сосудистой системы космонавтов и ряд экспериментов по оценке санитарно-гигиенических условий на станции.

24 июня 1982 года в 20 часов 30 минут по московскому времени в Советском Союзе был осуществлен запуск космического корабля «Союз Т-6». Советский космический корабль пилотировал международный экипаж: командир корабля дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР В. А. Джанибеков, бортинженер Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР А. С. Иванченков и космонавт-исследователь гражданин Французской Республики Жан-Лу Кретьен.

Владимир Александрович Джанибеков родился 13 мая 1942 года в поселке Искандар Бостанлыкского района Ташкентской области. В 1965 году окончил Ейское высшее военное авиационное училище летчиков. Служил летчиком-инструктором в Военно-Воздушных Силах. В. А. Джанибеков — член Коммунистической партии Советского Союза с 1970 года. В отряд космонавтов он был зачислен в 1970 году. Неоднократно участвовал в управлении полетами пилотируемых космических кораблей и орбитальных станций.

В. А. Джанибеков совершил два космических полета: в январе 1978 года в качестве командира корабля «Союз-27» (первый экипаж посещения станции «Салют-6») и в марте 1981

года в качестве командира корабля «Союз-39», который доставил на станцию «Салют-6» международный советско-монгольский экипаж.

Александр Сергеевич Иванченков родился 28 сентября 1940 года в городе Ивантеевка Московской области. После окончания в 1964 году Московского авиационного института работал в конструкторском бюро, участвовал в разработке новых космических аппаратов. А. С. Иванченков — член Коммунистической партии Советского Союза с 1972 года. К космическим полетам он начал готовиться с 1970 года. Неоднократно был дублером бортинженеров космических кораблей «Союз», готовился к совместному космическому полету кораблей «Союз» и «Аполлон». Свой первый полет в космос продолжительностью 140 суток А. С. Иванченков совершил на корабле «Союз-29» и орбитальной станции «Салют-6» в 1978 году.

Жан-Лу Кретьен родился 20 августа 1938 года в городе Ла-Рошель. В 1959 году он поступил в военную воздушную школу и окончил ее в 1962 году. Служил летчиком-истребителем в одной из боевых частей ВВС Франции, а затем летчиком-испытателем. В 1977 году он назначается заместителем командующего ПВО южного района Франции. В 1980 году подполковник Жан-Лу Кретьен приступил к тренировкам в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина. Прошел полный курс обучения к полетам на космическом корабле «Союз Т» и орбитальной станции «Салют».

25 июня в 21 час 46 минут по московскому времени была произведена стыковка космического корабля «Союз Т-6» с орбитальным комплексом «Салют-7» — «Союз Т-5».

26 июня после проверки герметичности стыковочного узла экипаж корабля «Союз Т-6» перешел в помещение станции «Салют-7». В. А. Джанибеков, А. С. Иванченков и Жан-Лу Кретьен начали запланированные исследования, а А. Н. Березовой и В. В. Лебедев помогали им и выполняли необходимые операции по ориентации и стабилизации комплекса. Оценива-

лись изменения сердечно-сосудистой системы космонавтов в процессе адаптации к условиям невесомости. С помощью изготовленной во Франции аппаратуры «Эхограф» определялись показатели, характеризующие функции сердца, скорость кровотока в сосудах и их геометрические размеры. Медицинский эксперимент «Поза» был направлен на изучение взаимодействия органов чувств и двигательной системы организма, обеспечивающих пространственную ориентацию и движение человека. Регистрировалась биоэлектрическая активность мышц, участвующих в поддержании устойчивости тела. В программе этого дня был также эксперимент по космическому материаловедению на установке «Кристалл», а также определение параметров атмосферы вблизи орбитального комплекса.

27 июня международный экипаж продолжал изучать состояние человеческого организма в условиях невесомости. Космонавты выполнили еще один цикл экспериментов «Эхография» и «Поза», проверяли остроту и глубину зрения. Для изучения возможностей нормализации кровообращения в невесомости экипаж экспедиции посещения применял специально разработанное профилактическое устройство «Браслет». Космонавты провели также эксперимент «Калибровка». Сущность его заключается в определении температурного поля электронагревательной печи в различных режимах работы с одновременной регистрацией величин микроускорений, действующих по оси станции.

28 июня космонавты начали эксперименты «Пирамид» и ПСН. Цель экспериментов — изучение атмосферы Земли, межпланетной среды, галактических и внегалактических источников излучения. Использовалась фотоаппаратура, разработанная французскими специалистами. Экипаж экспедиции посещения выполнил еще один цикл исследований состояния сердечно-сосудистой системы и зрения на этапе адаптации к условиям космического полета.

(Продолжение на 3-й странице обложки.)



Академик
В. П. ГЛУШКО

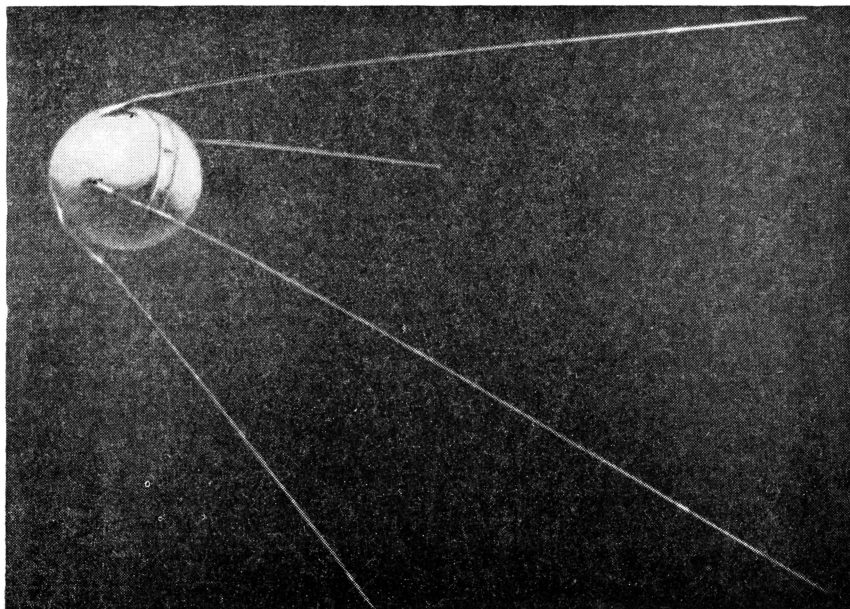
25 лет космической эры

Необъятные горизонты открылись перед человечеством, когда были совершены первые шаги за пределы Земли в космос. В самом начале своего развития космонавтика обогатила нас эффективными средствами глобального исследования нашей планеты, всепланетной связи и телевидения, навигационной и метеослужбы, контроля за выполнением ряда международных соглашений. Открылись возможности изучения Вселенной во всем спектральном диапазоне ее излучения. Стало доступным непосредственное исследование небесных тел с помощью автоматов и человека.

Космонавтика позволила человеку стать настоящим хозяином своей планеты. Открывшиеся возможности освоения космического пространства и населяющих его небесных тел, использования энергии космоса дали человечеству уверенность в своем будущем. Логическое, фундаментальное решение находят волнующие человечество проблемы — демографические, энергетические, сырьевые и, наконец, задачи сохранения нашей планеты и ее цивилизации.

Лишь четверть века прошло с триумфального дня начала космической эры, когда страна, строящая коммунизм, вывела на орбиту первый искусственный спутник Земли, созданный руками советского человека. Однако космонавтика уже прочно заняла почетное место в науке, технике, культуре и искусстве. С каждым годом ее позиции расширяются и углубляются.

Вслед за СССР (4 октября 1957 года) в космос вышли США (1 февраля 1958 года), запустив спутник «Эксп-



Первый в истории искусственный спутник Земли. В течение 92 суток совершил около 1400 оборотов вокруг Земли. 4 января 1958 года вошел в плотные слои атмосферы и прекратил существование

лорер-1»; третьей космической державой стала Франция (26 ноября 1965 года) со своим спутником «Астерикс-1»; четвертой — Япония (11 февраля 1970 года), которая вывела на орбиту спутник «Осуми»; пятой — Китай (24 апреля 1970 года) со спутником «Дунфанхун». Шестым государством была Англия (28 октября 1971 года), запустившая спутник «Просперо», а седьмым оказалась Индия (18 июля 1980 года) — спутник назвали «Рохини». Эти страны выво-

дили спутники на космические орбиты с помощью разработанных ими ракет-носителей. Еще ряд стран осуществляет национальные космические программы, некоторые из них предусматривают создание своих ракет-носителей.

На межпланетные орбиты объекты выводились только ракетами-носителями СССР, затем — США. С помощью ракет-носителей этих двух стран на геоцентрические орбиты были выведены спутники, созданные Канадой, Англией, Францией, ФРГ, Италией, Японией, ЧССР, Австралией, Индией, Нидерландами, Испанией, Европейским космическим агентством, другими странами. Интенсивно развивается международное сотрудничество в изучении и использовании космического пространства в мирных целях.

Всего к 15 июня 1982 года в космических полетах (84) участвовали 107 космонавтов одиннадцати стран: СССР — 51 космонавт, США — 47 и (на советских космических кораблях и станциях) по одному космонавту из девяти социалистических стран — ЧССР, ПНР, ГДР, НРБ, ВНР, СРВ, Республики Куба, МНР и СРР. Готовятся к полету на советских кораблях космонавты Франции¹ и Индии, а на американских — космонавты Нидерландов, Швейцарии и ФРГ. Длительность космических полетов достигла 185 суток в СССР и 84 суток в США. Советские космонавты В. В. Рюмин, В. А. Ляхов и Л. И. Попов совершили

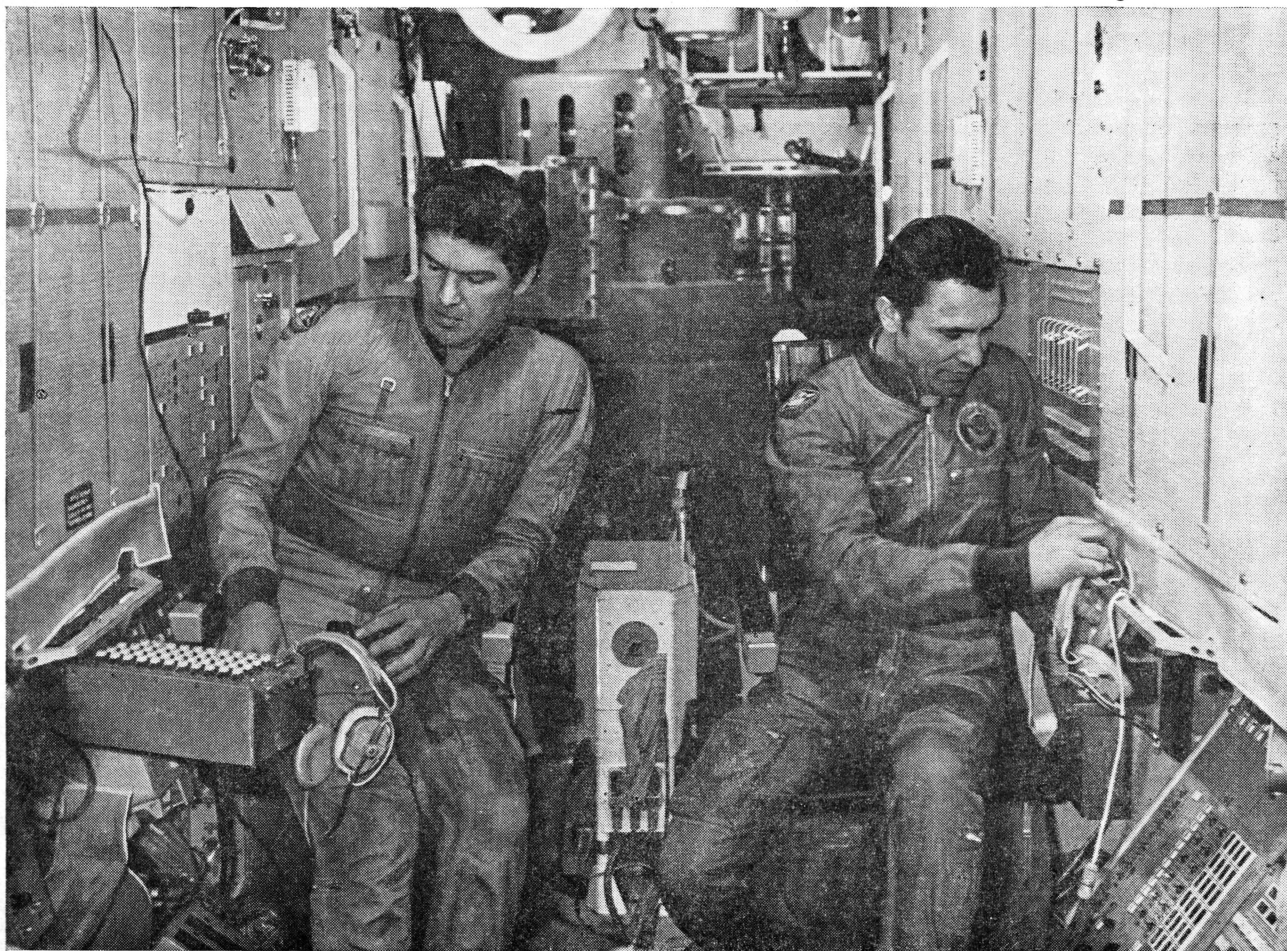
полеты полугодовой длительности, а В. В. Рюмин в двух полетах летал целый год. В СССР 25 советских космонавтов и 9 из других социалистических стран выполнили по одному космическому полету, 16 космонавтов — по два полета, 9 космонавтов — по три и 1 космонавт — четыре полета. В общей сложности в СССР проведено 50 космических полетов. К этому же времени в США осуществлено 34 полета в космос, причем 29 космонавтов совершили по одному полету, 11 — по два полета, 3 — по три, 3 — по четыре и 1 космонавт — 5 полетов.

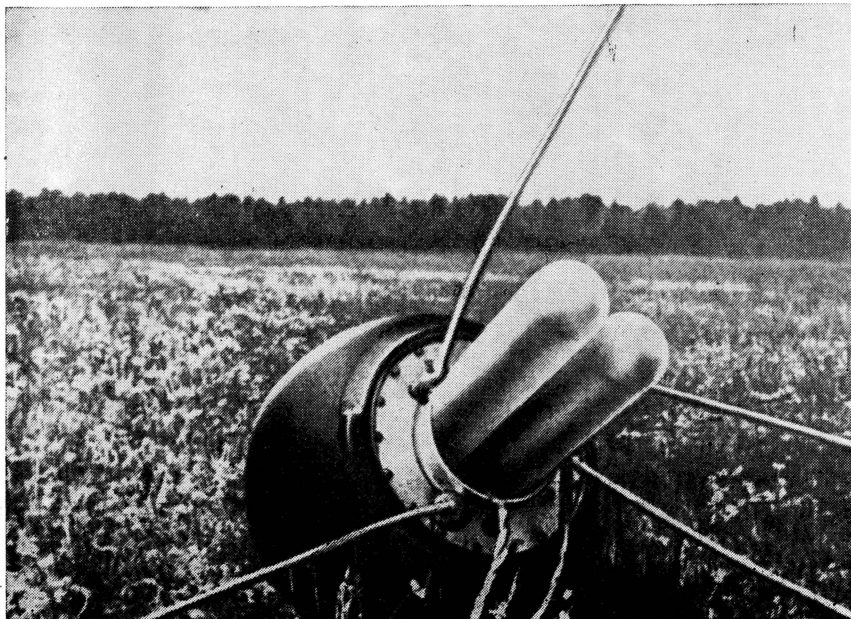
Суммарная длительность пилотируемых полетов на 15 июня 1982 года на советских космических кораблях и орбитальных станциях составила 2201, а на американских — 962 человеко-суток.

Значительное развитие получили автоматические космические аппараты для исследования Луны, планет и их спутников, Солнца и отдаленных небесных объектов, несущие на Землю ценнейшую научную информацию. Изучению Луны с помощью автоматов наибольшее внимание было уделено в СССР. Советские роботы на Луне — луноходы, грунтозаборные устройства, взявшие образцы лунных пород, которые затем были доставлены на Землю, существенно обогатили науку. США успешно провели три экспедиции с

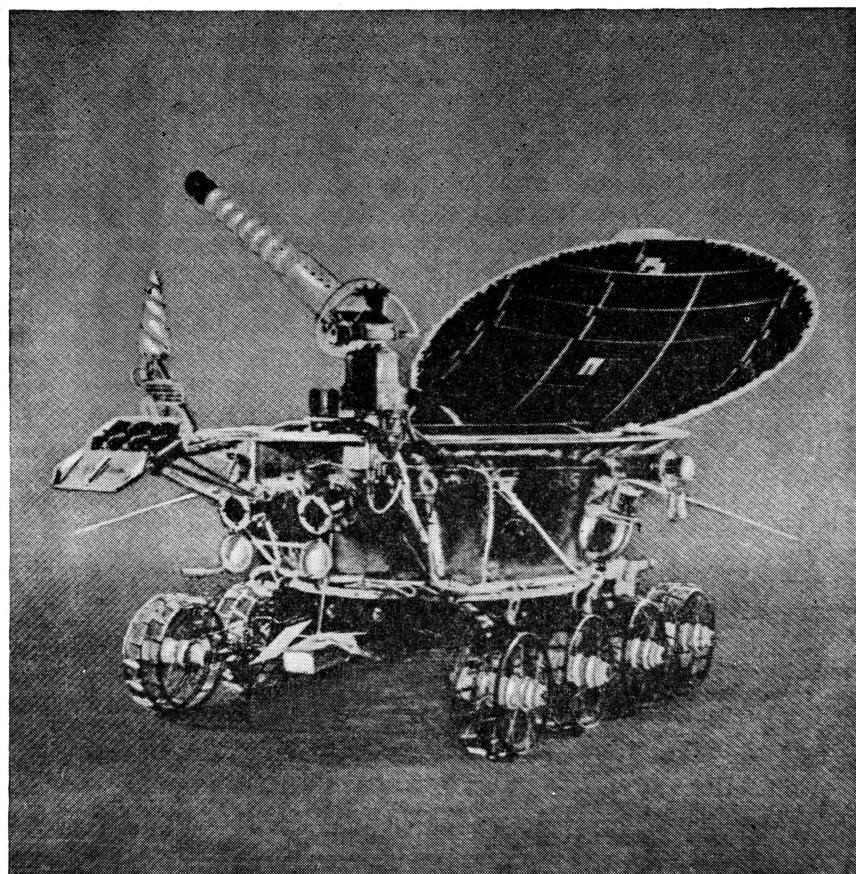
¹ Советско-французский полет уже состоялся. Смори этот номер «Земли и Вселенной», с. 3.— Ред.

Дважды Герои Советского Союза, летчики-космонавты СССР В. В. Рюмин (слева) и Л. И. Попов — участники 185-суточной космической экспедиции





Возвращаемый аппарат станции «Луна-16», которая впервые выполнила бурение, старт с Луны и доставила на Землю образцы лунного грунта



Самоходный аппарат «Луноход-1». В течение 322 суток он обследовал поверхность на площади 80 000 м², прошел 10540 м

облетом Луны и шесть — с посадкой на нее космонавтов. Таким образом, различные районы Луны были изучены и с помощью автоматов, и непосредственно человеком.

Существенный прогресс достигнут в создании и развитии долговременных обитаемых орбитальных станций — спутников Земли. Этому магистральному пути человека в космос наибольшее внимание уделяется в СССР. Первая такая станция, «Салют», была выведена в 1971 году и проработала около полугода. Столько же функционировала в космосе станция «Салют-3», а усовершенствованная станция «Салют-4» выполнила программу полета длительностью более двух лет. Станция нового поколения «Салют-6» «трудилась» с 1977 года, и полет ее продолжался почти пять лет. При этом сохранялось ее рабочее состояние. Наличие на этой станции двух стыковочных узлов для приема пилотируемых и грузовых кораблей, применение автоматической системы дозаправки топливом в космосе обеспечили станции новое качество.

Смена экипажей на станции «Салют-6» с помощью пилотируемых двухместных кораблей «Союз» и усовершенствованных трехместных кораблей серии «Союз Т», использование автоматических грузовых кораблей «Прогресс» для доставки на станцию по мере надобности приборов, оборудования, расходных запасов и материалов, дозаправки топливом, водой, воздухом, доставки посылок, газет, писем — все это сделало станцию действительно долговременной, способной осуществлять гибкую программу широких исследований и экспериментов.

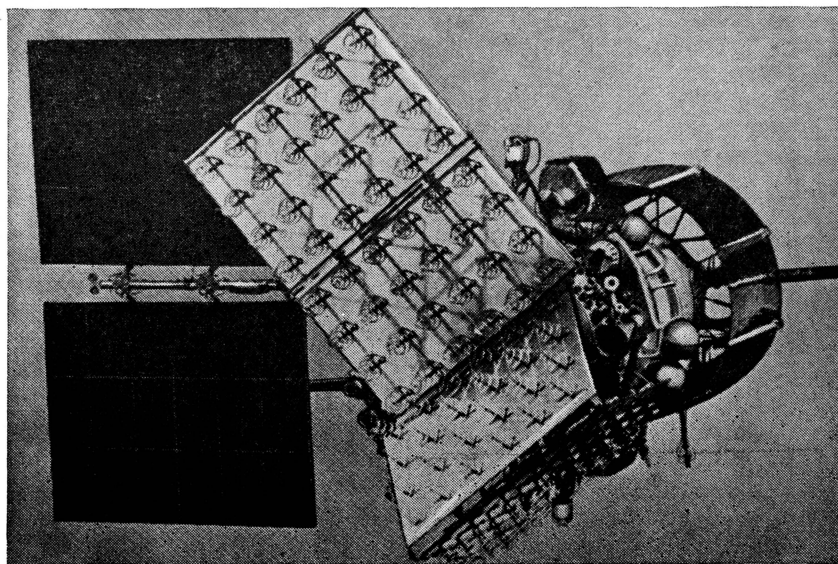
Экипаж орбитального комплекса «Союз» — «Салют-6» — «Союз» временами состоял из четырех человек.

Возможность проведения на борту станции профилактических и ремонтно-восстановительных работ с заменой, в случае необходимости, приборов и агрегатов бортовых систем другими, доставленными «Прогрессом», настолько повысила живучесть станции, срок ее службы, что стало реальным создание постоянно действующих орбитальных станций. Наличие шлюза для выхода космонавтов в открытый космос позволило проводить необходимые ремонтно-восстановительные, а также исследовательские работы снаружи станции «Салют-6». Таким образом, заложена основа обстоятельного изучения и индустриализации космоса, а в дальнейшем и его заселения.

19 апреля 1982 года на орбиту спутника Земли выведена усовершенствованная станция «Салют-7», на базе которой стал функционировать комплекс «Союз» — «Салют-7» — «Прогресс» с новым экипажем космонавтов.

Для гармоничного и перспективного развития космонавтики необходимо последовательное увеличение длительности космических полетов человека на орбитальной станции. Этому должны сопутствовать непрерывное изучение влияния всех факторов космических полетов на функции человеческого организма и разработка необходимых научно обоснованных мер защиты. Предстоит огромная работа по созданию сначала полужамкнутых, а затем замкнутых систем жизнеобеспечения на борту космических кораблей и станций.

Использование автоматических и пилотируемых спутников Земли — кораблей и станций — в интересах науки и народного хозяйства приняло самый разносторонний характер. В первую очередь это позволило глобально и с различным разрешением обследовать любые участки нашей планеты, ее материковые районы и акваторию. Оказалось возможным составлять глобальные и районные карты для рационального землепользования, контролировать ход посевных работ, оценивать ожидаемую урожайность посеянных культур, определять районы, пораженные



Спутник связи «Экран», предназначенный для непосредственного телевизионного вещания, — новая ступень в развитии космической связи

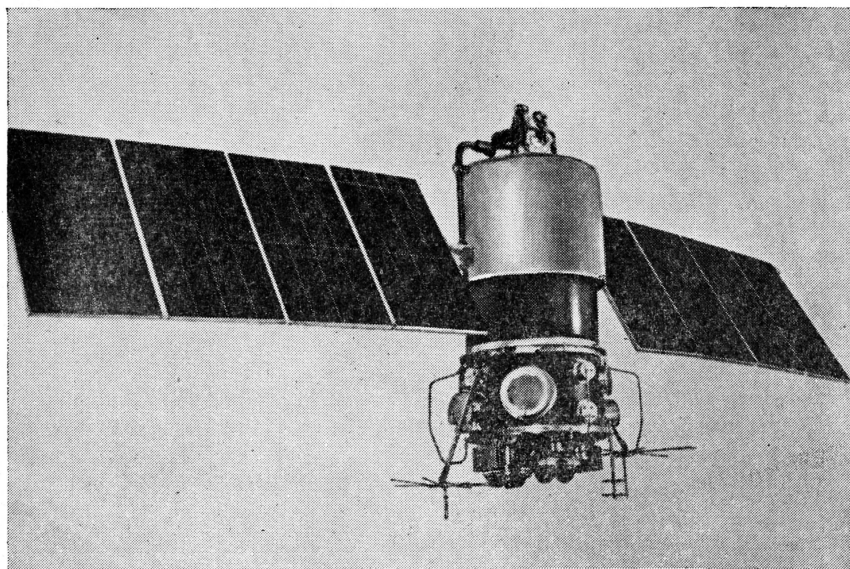
вредителями, соленость и увлажненность почв. В лесном хозяйстве проводится контроль за правильностью вырубки и ведения восстановительных лесопосадок, выявляются участки, подвергшиеся нападению вредителей, на ранних стадиях возникновения обнаруживаются пожары. Из космоса наблюдают за сезонными разливами и обмелениями рек, помогают заранее предупредить о стихийных бедствиях. Наблюдения за льдами дают ценные сведения о навигационной обстановке. Систематическое непрерывное наблюдение за состоянием атмосферы и подстилающей поверхности всей планеты создало мощный комплексный поток информации для работы метеорологической службы. Спутниковая глобальная навигация позволяет повысить качество и надежность кораблевождения и самолетовождения.

Исключительно важное значение приобрели поиски природных полезных ископаемых Земли с помощью спутниковых систем, обладающих уникальными возможностями обна-

ружения с больших высот структур поверхности планеты, типичных для месторождений тех или иных ценных пород и нефтеносных районов.

Родились новые науки — космическое земледелие, космическая география, космическая геофизика и т. д. Картографирование всей поверхности планеты, геофизические и геологические исследования Земли из космоса необычайно обогатили науку и практику.

Помимо многообразных средств изучения и использования природных ресурсов Земли, обеспечения ее населения глобальными методами связи, навигации и метеослужбы спутниковые методы позволяют также контролировать степень загрязнения планеты и эффективность применяемых мер для сохранения ее биосферы. К радикальным средствам защиты Земли от засорения, истощения, перегрева относится вынос за ее пределы — на космические орбиты — основной промышленности и энергоустановок. В первую очередь в космосе должно быть организовано промышленное производство, использующее уникальные условия, а именно: невесомость, глубокий вакуум, низкую температуру и солнечную энергию. Причем такое производство уникальных материалов, организация которого в земных условиях невозможна или нерентабельна. Прежде



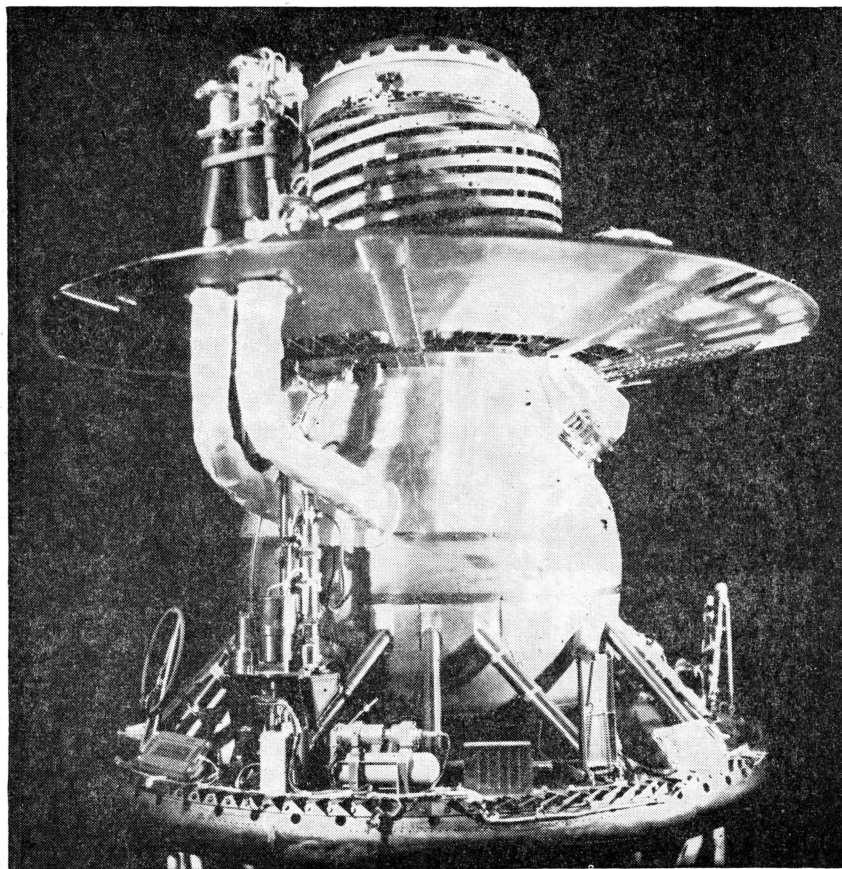
Метеорологический спутник «Метеор-2» — может передавать в любое время суток телевизионное изображение того района Земли, над которым пролетает (в полосе шириной около 2300 км)

всего это изготовление кристаллических, оптических и полупроводниковых материалов и некоторых медицинских препаратов. Изыскание и разработка таких технологических процессов, исследования по космическому материаловедению составляют значительную часть программ, выполняемых на космических объектах.

Одновременно в космосе отрабатываются процессы пайки, сварки, плавки, монтажа, нанесения покрытий, проектируются автоматы, способные построить типовые элементы крупногабаритных конструкций. Все это первые шаги на пути к неизбежной индустриализации космоса.

Блестящие результаты принесло использование космических средств для изучения Вселенной. Астрономические и астрофизические исследования с борта космических аппаратов Солнечной системы и небесных тел, находящихся за ее пределами, необычайно обогатили науку, дали ответы на многие интереснейшие вопросы и... породили еще больше новых вопросов, что типично для изучения бесконечного.

С помощью автоматических межпланетных аппаратов СССР и США с близкого расстояния получены фотографии большинства планет Солнечной системы и их спутников, на Землю переданы детальные панорамы Венеры, Луны, Марса. Аппарат «Пионер-10» находится сейчас на полпути между орбитами Урана и Нептуна, поддерживая радиосвязь с Землей на расстоянии почти 4 млрд. км.



Спускаемый аппарат автоматической межпланетной станции «Венера-13», который совершил мягкую посадку на поверхность Венеры и выполнил запланированные научные исследования Фотохроника ТАСС

Одним из показателей масштаба развития космонавтики может служить также число автоматических и пилотируемых объектов, выведенных на космические траектории. До конца 1981 года на орбиты искусственных спутников Земли выведено более 2500, а на межпланетные орбиты свыше 130 объектов. В настоящее время на геостационарных орбитах над экватором находится около 50 спутников связи.

Только в Советском Союзе к 15 июня 1982 года на геоцентрические орбиты выведено 1732 аппарата общей массой 5204 т или 10 344 т с учетом массы конечных ступеней ракет-носителей, вышедших на те же космические орбиты; 54 аппарата массой 171 т (250 т с учетом конечных ступеней) — совершили полеты к Луне, Венере и Марсу, произвели на них посадку, вышли на орбиты спутников этих небесных тел и Солнца.

В конце 1981 года в космическом полете находилось 4743 объекта искусственного происхождения. К этой же дате с орбиты сошел 8251 объект. В эти числа входят космические аппараты (спутники, станции, зонды) и фрагменты: последние ступени ракет-носителей, обтекатели, переходники, отделяющиеся детали. К началу 1982 года на геоцентрических орбитах находилось 621 советский спутник с 1143 фрагментами, 426 американских спутников с 2284 фрагментами, 10 французских спутников с 22 фрагментами, 21 японский с 22 фрагментами и многие другие. Одновременно на селеноцентрических, околопланетных и гелиоцентрических орбитах находилось 59 космических аппаратов и 54 фрагмента.

Недалеко то время, когда наряду с остро стоящей проблемой борьбы с загрязнением нашей планеты встанет вопрос борьбы с засорением приземного космоса. Проблема насыщения геостационарной орбиты спутниками уже возникла.

25-летие космической эры совпало со 125-летием со дня рождения основоположника космонавтики К. Э. Циолковского. К обеим датам приурочено новое, существенно расширенное издание советской энциклопедии

«Космонавтика»¹. Предшествовавшее ему второе издание маленькой энциклопедии «Космонавтика» состоялось более десяти лет назад. Последовавшее бурное развитие космонавтики потребовало значительно расширить энциклопедию, включив в нее основные события в этой области человеческой деятельности до 1982 года. В энциклопедии, изданной в 1970 году, было помещено 1445 статей, а в новой — около 2500. Приведенный в энциклопедии указатель статей состоит из общего раздела «космонавтика», включающего персоналию, а также разделов «ракеты и космические аппараты», «ракетные двигатели», «ракетное топливо», «управление движением и космическая навигация», «динамика космического полета», «автоматизированные системы и комплексы управления космическими аппаратами», «космодромы», «космическая связь», «космическая медицина и биология», «жизнеобеспечение», «геофизика», «астрономия», «космическое право», «международное сотрудничество».

К составлению нового издания были привлечены ученые, конструкторы, испытатели — те, кто непосредственно участвует в создании и эксплуатации ракетно-космических комплексов. Они — основные авторы статей энциклопедии.

Рождение и развитие идеи полета в мировое пространство имеет увлекательную историю. Известно, что идеи полета человека в мировое пространство и на небесные тела зародились и получили некоторое развитие еще в давние времена. Существует много легенд, фантастических и научно-фантастических сочинений, посвященных межпланетным полетам. Некоторые авторы оказались вещими, а иные сыграли значительную роль в распространении этой идеи и зажгли сердца юных читателей, среди которых впоследствии было немало пионеров ракетно-космической техники. Не будем останавливаться на начальном этапе развития идеи полета человека

в небесные просторы, относящемся к седой древности, когда эти полеты совершала... фантазия с помощью мистических сил. Да и много позже воображаемый полет совершался также с помощью магических средств, фантастических животных, птиц, лошадей, искусственных крыльев, ураганов и извержений вулканов.

Прошли тысячелетия, и примерно 330 лет назад и позже в фантастической литературе появились описания полетов человека на небесные тела с использованием разнообразных видов энергии, машин и устройств: воздухоплавательного шара, наполненного необычайно легким газом, паровой машины, пушек, мощных магнитов, пружин, центробежных машин, а также концентрированной психической энергии, излучаемой человеческим мозгом, гравитационных экранов, «минус материи», отталкиваемой Землей, тел, прозрачных для поля тяготения, давления солнечного света, отраженного на корабль большим экраном, установленным на небесном теле, и многих других. В это же время появляются произведения, в которых описываются воображаемые полеты человека с помощью последовательно срабатывающих пороховых ракет (Сирано де Бержерак, «Путешествие на Луну», 1649 г.), с помощью ракетного аппарата, использующего воду как рабочее тело (Ашиль Эро, «Путешествие на Венеру», 1865 г.), в пушечном ядре, снабженном ракетными двигателями для коррекции траектории и торможения при посадке (Жюль Верн, «Вокруг Луны», 1870 г.), на искусственном спутнике Земли, используемом для обеспечения навигации (Э. Э. Хейл, «Кирпичная Луна», 1869—1870 гг.). Излагается идея создания искусственных спутников Земли с помощью ракет, выстреливаемых из пушки (Жюль Верн, «Пятьсот миллионов бегумы», 1879 г.). Наконец, для полета на Марс фантазия романиста использует реактивный двигатель, работающий на атомной энергии (А. Богданов, «Красная Звезда», 1908 г.), и аналогичный урановый двигатель для полета на Луну (А. Трен и Р. Вуд, «Вторая Луна», 1917 г.).

¹ Космонавтика/Под ред. акад. В. П. Глушко. М.: Советская энциклопедия, 1982.

В другом романе путешествие на Луну совершается путем использования давления солнечного излучения на большой экран, установленный на космическом корабле (Б. Красногорский, «По волнам эфира», 1913 г.).

После публикаций работ К. Э. Циолковского, Р. Годдарда, Р. Эно-Пельтри, Г. Оберта и других ученых — пионеров космонавтики авторы фантастических романов вынуждены были ограничиться в основном ракетными двигателями: пороховыми, жидкостными либо использующими солнечную, электрическую, атомную, термоядерную или аннигиляционную энергию, а для ближних полетов — давление солнечного света, то есть то, что разрешала наука. Однако человеческая мысль не могла примириться с энергетическими ограничениями, когда сюжетом являлись межзвездные и межгалактические путешествия.

А как быть с постулируемой теорией относительности предельно достижимой скоростью света? Даже обладая неограниченной энергией, но двигаясь примерно с такой скоростью, мы не сможем осуществлять полеты дальше ближайших звезд, не говоря уже о полетах в пределах

нашей Галактики, а тем более о межгалактических перелетах.

Никто не сомневается в справедливости законов Эйнштейна, как ранее не сомневались в неизбежности законов Ньютона. Но возникает мысль — если законы Ньютона имеют ограничения применимости, то не могут ли оказаться в таком же положении и законы Эйнштейна? Должна же быть более общая теория, охватывающая и законы Эйнштейна с входящими в них как частный случай законами Ньютона. И фантасты находят выход из положения, совершая гипотетические полеты в любые точки Вселенной, используя многомерность пространства и тем обходя запреты теории относительности. Конечно, и при этом потребуются огромные затраты энергии, но источником ее может служить космос.

Парадокс времени, предсказанный теорией относительности, не лучший выход из положения. Мало кого прельщает возврат на родину с результатами исследований, полученными дорогой ценой, но потерявшими свое значение за давностью.

Будем справедливы, цель фантастических романов не описание

средств обеспечения дальних космических полетов. В большинстве своем это приключенческие произведения, иногда затрагивающие проблемы космонавтики. Но в лучших произведениях этого жанра авторы пытаются заглянуть в далекое, а может быть, и не такое уж далекое будущее, чтобы понять, каким оно будет, это общество будущего, оценить влияние дальнейшего развития космонавтики на общество, человека, рассмотреть различные аспекты контакта с внеземной цивилизацией. Выдающиеся произведения столь увлекательного жанра литературы созданы К. Э. Циолковским («Вне Земли», 1918—1920 гг.), С. Лемом («Астронавты», 1951 г.; «Магелланово облако», 1955 г., и др.), И. А. Ефремовым («Туманность Андромеды», 1957 г., и др.), А. Ч. Кларком («Космическая Одиссея 2001 г.», 1971 г.; «Свидание с Рамой», 1975 г., и др.), А. Азимовым, А. и Б. Стругацкими... всех не перечислять!

Многое, предсказанное фантастами, ныне сбылось. Но, как и ранее, полет их мысли опережает реальное развитие событий и, будоража воображение, увлекает нас в загадочное будущее.

АНИЗОТРОПИЯ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ СВЕРХВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

В космических лучах обнаружены частицы колоссальной энергии, которая пока не достигнута на крупнейших современных ускорителях. Вторгаясь в земную атмосферу, космические лучи сверхвысоких энергий рождают широкие атмосферные ливни (ШАЛ), достигающие поверхности Земли. С помощью гигантских установок, собирающих информацию о природе таких частиц с площади от 10 до 100 км², удается получить информацию о первичных космических лучах — их энергии и направлении прихода.

Сотрудники Института космофизических исследований и аэронавтики Якутского филиала Сибирского отделения АН СССР осуществили под руководством Д. Д. Красильникова обширную программу изучения космических лучей с энергиями от 10¹² до 10²⁰ эВ на установке для регистрации ШАЛ около Якутска. Как по-

казали исследования при энергии около 10¹⁹ эВ наблюдается резкое изменение энергетического спектра первичных частиц, и, следовательно, можно ожидать наличие анизотропии космических лучей с энергией больше 10¹⁹ эВ.

Чтобы достовернее судить о степени анизотропии космических лучей, необходимо изучить направления прихода этих частиц на всей небесной сфере. Д. Д. Красильников и его коллеги проанализировали 313 событий пролета космических частиц с энергией выше 10¹⁹ эВ, зарегистрированных на четырех установках: Волкано Ренч (США) — 6 событий, Хавера Парк (Великобритания) — 126 событий, Сиднейский университет (Австралия) — 128 событий и Якутск (СССР) — 53 события. Направление прихода первичных частиц на этих установках, расположенных в Северном и Южном полушариях Земли, измерялось с точностью ±5°.

Оказалось, что для частиц сверхвысокой энергии характерна сильная анизотропия, степень которой

зависит от энергии самих частиц. При энергиях более 4·10¹⁹ эВ минимум интенсивности космических лучей наблюдается в экваториальном поясе Галактики, ограниченном широтами ±30° и долготами 120—150° и 270°—300°, а степень анизотропии составляет 76% в северной и 113% в южной полусфере. В то же время для частиц с энергиями 10¹⁹—2·10¹⁹ эВ не наблюдается крупномасштабных отклонений от изотропии.

Эти факты, по мнению сотрудников Института космофизических исследований и аэронавтики, свидетельствуют о галактическом происхождении космических лучей сверхвысоких энергий и о преобладании в их составе средних и тяжелых ядер. В то же время нельзя полностью исключить и модель внегалактического происхождения космических лучей, которые ускоряются в ядрах активных галактик.

Кандидат
физико-математических наук
В. И. ЧЕШОКОВ



Дважды Герой Советского Союза
летчик-космонавт СССР
генерал-лейтенант авиации
В. А. ШАТАЛОВ

Пилотируемые космические полеты в СССР

12 апреля 1961 года — день полета Ю. А. Гагарина — неразрывно связан с 4 октября 1957 года — началом космической эры. В сообщении ТАСС, сделанном в день запуска первого искусственного спутника Земли, говорилось: «...по-видимому, нашим современникам суждено быть свидетелями того, как освобожденный и сознательный труд людей нового социалистического общества делает реальностью самые дерзновенные мечты человечества».

На рубеже XIX и XX столетий гениальный провидец из Калуги высказал мысль о межпланетных полетах. Помните, у К. Э. Циолковского есть такие строки: «Сначала можно летать на ракете вокруг Земли, затем можно описать тот или иной путь относительно Солнца, достигнуть желаемой планеты, приблизиться или удалиться от Солнца, упасть на него или уйти совсем, сделавшись кометой, блуждающей многие тысячи лет во мраке среди звезд, до приближения к одной из них, которая делается для путешественников или их потомков новым Солнцем. Человечество образует ряд межпланетных баз вокруг Солнца, используя в качестве материала для них блуждающие в пространстве астероиды (маленькие планеты, которые в большом числе имеются в нашей Солнечной системе). Реактивные приборы позволяют людям беспредельные пространства и дадут солнечную энер-

гию в два миллиарда раз большую, чем та, которую человечество имеет на Земле». Не правда ли, целая программа космических исследований?

Разведка неба и космоса стала основой прогресса в XX веке. Данные, полученные учеными после 4 октября 1957 года, во многом изменили наши представления о мире, позволили проникнуть во многие тайны мироздания, сказались на нашей повседневной жизни здесь, на Земле.

Глубокое и всестороннее освоение космоса невозможно без непосредственного участия человека с его эмоциональным восприятием окружающего, способностью принимать решения в сложных, неожиданно возникающих ситуациях, с его видением мира, аналитическим мышлением, его мудростью, умением выбрать объект исследования, оценить необходимость повторения эксперимента.

Межпланетные экспедиции, исследования дальних планет Солнечной системы, «эфирные поселения» в космосе, о которых мечтал К. Э. Циолковский, — еще впереди. Земляне к этому неизбежно придут. Логика развития человечества, логика развития науки и техники — за такой путь. И мир космоса, загадочный и манящий, суровый и бескрайний, будет освоен человеком. В этом нет сомнений. Вопрос только, каким путем идти к виднеющимся вершинам? Как построить программу наиболее логично и рационально? Как готовить людей к работе в космосе? Что необходимо для надежного обеспечения их жизнедеятельности в полете?

И еще многие «что» и «как» требовали ответа. Несомненно было одно: нужно поэтапное осуществление большого замысла.

«ВОСТОКИ»

Любая дорога начинается с первого шага. Этим шагом в пилотируемой космонавтике стал полет Юрия Алексеевича Гагарина на корабле «Восток». Но еще в начале 1959 года решали, кем должны быть первые космонавты, представители каких профессий способны наиболее успешно и в сравнительно короткий срок подготовиться к космическому полету. С. П. Королев считал: космонавт должен уметь работать в сложных, быстротечных, а порой и аварийных условиях полета, для чего требуется всесторонняя подготовка и профессиональная способность быстро находить и осуществлять наиболее рациональные решения и действия. В итоге выбор пал на летчиков-истребителей.

Сто восемь минут, которые провел в космосе Ю. А. Гагарин, открыли новую эру в истории мировой цивилизации. Минуты гагаринского полета стали целой эпохой. Сын Земли шагнул за порог неприступного, облетел свою планету, взглянул на нее со стороны и благополучно возвратился. Старт Гагарина ответил: да, человек способен жить и работать в космосе, он сможет в условиях невесомости ориентироваться в пространстве, выполнять координированные движения, необходимые для управления системами корабля. Первый экзамен выдержан успешно. Но он был сравнительно короток. А если



*Летчики-космонавты СССР,
совершившие полеты
на кораблях «Восток».
Слева направо:
Ю. А. Гагарин, А. Г. Николаев,
В. В. Николаева-Терешкова,
П. Р. Попович, В. Ф. Быковский,
Г. С. Титов (1963 г.)*

пять часов или десять? Или сутки с их долгими двадцатью четырьмя часами? Медиков уже волновали эти вопросы. И не только медиков.

Полет Г. С. Титова на «Востоке-2» в августе 1961 года стал следующим этапом. Человек «отсутствовал» на Земле 25 часов 18 минут. Суточный цикл жизни и работы в непривычных

*А. А. Леонов — человек, который
первым вышел в открытое
космическое пространство
(фото 1971 г.)*



космических условиях позволил ученым сделать более обстоятельные и глубокие выводы. Вслед за первыми «Востоками» в течение двух лет на орбиту вышли еще четыре корабля. Каждый из них имел свою программу полета, свои конкретные задачи. Исследования и эксперименты, проводимые в этих полетах, способствовали решению актуальных проблем, связанных с обеспечением безопасности космических рейсов и выяснением функциональных возможностей человека.

На кораблях серии «Восток» отрабатывался вывод двух космических аппаратов на близлежащие орбиты, опробовались возможности связи в космосе между кораблями, исследовалось более длительное влияние состояния невесомости на человека. В августе 1962 года **А. Г. Николаев** и **П. Р. Попович** успешно выполнили первый групповой полет на кораблях «Восток-3» и «Восток-4». Немногим более 5 км отделяло их в движении по орбите. Почти через год эксперимент был повторен, но в новом качестве: в групповом полете «Восток-ка-5» и «Востока-6» участвовали **В. Ф. Быковский** и первая в мире женщина-космонавт **В. В. Терешкова**. Тогда **В. Ф. Быковский** пробыл в космосе пять суток.

«ВОСХОДЫ»

Следующим этапом стали летные испытания многоместного корабля «Восход», который существенно отличался от своего предшественника. Он был снабжен системой мягкой посадки, имел резервную тормозную установку (что позволяло летать на более высоких орбитах), мог опускаться на воду; космонавты впервые стартовали без скафандров, не было на корабле и системы катапультирования.

В экспериментальный полет на корабле «Восход» (октябрь 1964 года) впервые отправился экипаж из трех человек. На борту находились представители различных специальностей: летчик-космонавт, инженер-исследователь и врач (**В. М. Комаров**, **К. П. Феоктистов**, **Б. Б. Егоров**).

Существенные конструктивные от-

личия имел второй корабль этой серии — «Восход-2» (полет состоялся в марте 1965 года, экипаж — **П. И. Беляев**, **А. А. Леонов**). Снабженный специальным шлюзовым устройством, корабль давал космонавту возможность покидать пределы пилотской кабины. Во время полета «Восхода-2» первым в мире это сделал **А. А. Леонов**. Чем же был важен для науки, для будущих поколений такой выход в открытый космос? Тем, что он опроверг долгое время существовавшую точку зрения, будто бесконечные пространства вызывают боязнь и психика нормального человека не выдержит страха перед космической бездной, а это станет неодолимым препятствием для выхода человека в безопорное пространство. Кроме того, он наглядно показал: человек может работать вне кабины, что имеет громадное значение для освоения космоса. Мечтая о межпланетных полетах, орбитальных поселениях, создании сборных космических конструкций, модульных орбитальных станций, огромных антенн и т. д., специалисты отдавали себе отчет в том, что нельзя осуществить подобное, не научившись работать в открытом космическом пространстве.

А. А. Леонов доказал: в открытом космосе работоспособность человека сохраняется полностью. Даже в этих исключительных условиях космонавт не становится пассивным придатком космического корабля, к которому он привязан фалом. Космонавт превосходно ориентировался по отношению к кораблю, контролировал все свои движения. Понятно, что для осуществления таких путешествий в космос нужна и особая подготовка, поэтому кроме обычных на том этапе тренировок **П. И. Беляев** и **А. А. Леонов** прошли еще и специальную подготовку, содержание и методики которой были разработаны сотрудниками Центра подготовки космонавтов.

«СОЮЗЫ» И «САЛЮТЫ»

Многообразие задач, стоявших перед пилотируемой космонавтикой, требовало и более совершенной тех-

ники. Для увеличения продолжительности полетов, более широкой программы испытаний, экспериментов и исследований нужен был новый корабль. Именно таким кораблем стал «Союз». Многоместный, многоцелевой, имеющий более совершенное оборудование, он открыл следующий этап в развитии пилотируемых полетов. Оснащенный разнообразной научной аппаратурой высокого качества и надежности, универсальной системой двигательных установок, солнечными батареями, двумя автономными «каютами» (кабина и орбитальный отсек), стыковочным устройством, «Союз» стал универсальным транспортным космическим средством.

Первые два этапа пилотируемой космической программы носили скорее поисковый, чем научный характер. На третьем же предстояло расширить научно-практическую работу и решать задачи, имеющие прикладное значение (фотографирование земной поверхности, наблюдения за ледниками и океаном, обнаружение лесных пожаров, астрономические наблюдения, технологические эксперименты и т. д.). Но для этого нужно было увеличить длительность полетов. Ученые предполагали, что невесомость способна вызывать различные изменения в организме человека. И хотя за первые годы космической эры мы многое узнали об этом явлении, предсказать, какими будут последствия невесомости при еще более длительных полетах, не могли. Ответить на этот вопрос могло только исследование влияния факторов космического полета на человеческий организм.

В июне 1970 года поставили тщательно подготовленный эксперимент: в длительный орбитальный рейс ушел «Союз-9», пилотируемый **А. Г. Николаевым** и **В. И. Севастьяновым**. Полет продолжался 18 суток. Он дал основание полагать, что рейсы продолжительностью две-три недели реальны. Тем не менее анализ состояния космонавтов после полета показал: для поддержания организма и снижения влияния невесомости необходимы специальные снаряды (бегущая дорожка, велоэргометр), особые ко-

стюмы, создающие нагрузку на мышцы, средства для тренировки сердечно-сосудистой системы (вакуумные емкости, например), а также фармакологические препараты.

Но это лишь одно из направлений, которыми шла советская космонавтика к созданию долговременных орбитальных станций. Чтобы построить в космосе большую станцию и доставить на ее борт космонавтов-исследователей, нужно было также решить проблему встречи и стыковки на орбите. В октябре 1967 года, а затем в апреле 1968 года опробовали автоматическую стыковку двух космических аппаратов. В январе 1969 года эксперимент повторили в пилотируемом варианте. Выведенные на орбиту с интервалом в сутки корабли «Союз-4» (В. А. Шаталов) и «Союз-5» (Б. В. Волинов, А. С. Елисеев, Е. В. Хрунов) автоматически сблизались до расстояния около 100 метров, затем космонавты перешли на ручное управление и осуществили причаливание. Так, впервые в мире на орбите искусственного спутника Земли была создана и функционировала экспериментальная космическая станция. После того, как корабли состыковались, А. С. Елисеев и Е. В. Хрунов покинули кабину «Союза-5» и через открытое космическое пространство перешли на борт «Союза-4». Полетов в космос на одном корабле, они возвратились на Землю на борту другого корабля.

В октябре 1969 года в космос поднялась группа пилотируемых космических кораблей. Групповой многодневный полет «Союза-6» (Г. С. Шонин, В. Н. Кубасов), «Союза-7» (А. В. Филипченко, В. Н. Волков, В. В. Горбатко) и «Союза-8» (В. А. Шаталов, А. С. Елисеев) преследовал несколько целей. Первая — дальнейшее совершенствование самих кораблей, их систем и методики управления сложными полетами. Управлять одновременно тремя кораблями не так-то просто. Эта серьезная работа требовала не только четкой организации, но и хорошей тренированности.

Вторая — выяснение возможностей кораблей серии «Союз» в групповом полете: выполнение подходов и маневров, использование автономных



*Командир первого «Союза»
В. М. Комаров (справа)
и его дублер — Ю. А. Гагарин
(1964 г.)*

средств навигации, ориентации и ручного управления. В процессе маневрирования неоднократно изменялись параметры орбит, проводились взаимное сближение кораблей, групповой полет в пределах заданных расстояний. Все это уже пригодилось и пригодится в будущем — для сборки больших станций в космосе и для

налаживания постоянного сообщения между ними и Землей.

Корабль спроектирован, изготовлен, испытан и готов к полету. Но испытания продолжают. Практически каждый запуск кораблей серии «Союз» носил испытательный характер. Скажем, программа полета «Союза-12» в сентябре 1973 года (В. Г. Лазарев и О. Г. Макаров) включала комплексную проверку и испытание усовершенствованных бортовых систем, дальнейшую отработку процессов ручного и автоматического управления в различных режимах



*Экипаж космического корабля «Союз-16»:
Н. Н. Рукавишников (слева)
и А. В. Филиппченко (1974 г.)*

полета, испытание новых облегченных скафандров. «Союз-15» в августе 1974 года (Г. В. Сарафанов и Л. С. Демин) впервые совершил посадку в полной темноте. В полете испытывалась система автоматического сближения, которая нуждалась в тщательной проверке, ибо должна была стать основой для беспилотных грузовых кораблей типа «Прогресс». В декабре 1974 года на «Союзе-16» (А. В. Филиппченко и Н. Н. Рукавишников) испытывались новая система жизнедеятельности и стыковочный узел.

Большое внимание уделялось научно-техническим программам, выполняемым на борту кораблей типа «Союз». На «Союзе-6» Г. С. Шонин и В. Н. Кубасов впервые провели сварку в космосе.

Астрономической обсерваторией на орбите называли корабль «Союз-13», летавший в декабре 1973 года (П. И. Климук, В. В. Лебедев). Программа полета предусматривала наблюдения с помощью установленной на борту корабля орбитальной обсерватории «Орион-2», спектрозональную съемку участков земной поверхности и другие исследования.

На корабле «Союз-22» (В. Ф. Быковский и В. В. Аксенов) в сентябре 1976 года проводились работы с многоспектральной камерой МКФ-6, имеющие не только научное, но и народнохозяйственное значение. Вообще каждый из «Союзов» с полным правом можно назвать и «медико-биологической лабораторией», и «космическим институтом земных проблем», и «технологическим орбитальным центром».



*В. В. Лебедев (слева),
П. И. Климук (в центре) —
экипаж корабля «Союз-13».
Справа — начальник Центра
подготовки космонавтов
имени Ю. А. Гагарина
Г. Т. Береговой
(1973 г.)*



*В кабинете Ю. А. Гагарина.
Вверху (слева направо)
Ю. Н. Глазков и В. В. Горбатко —
экипаж «Союза-24» (1976 г.);
внизу (стоят) —
А. С. Иванченко (слева)
и В. В. Коваленок —
экипаж «Союза-29»;
В. А. Джанибеков (слева)
и О. Г. Макаров — «Союз-27» (1978 г.)*

Качественно новый этап в развитии пилотируемых полетов — создание орбитальной долговременной научной станции «Салют» и ее полугодовой полет. Это произошло через десять лет после первого космического полета человека и стало возможным благодаря тому, что к весне 1971 года был накоплен достаточный опыт пи-

лотируемых полетов, позволивший сделать следующий шаг — создание и вывод на орбиту первой орбитальной станции «Салют».

Оснащенная разнообразной научной аппаратурой, специальными системами, оборудованием и приборами, станция «Салют» открыла перспективы непосредственного использования пилотируемой космической техники в интересах многих отраслей науки и народного хозяйства, помогла сделать важный шаг к увеличению продолжительности пилотируемых полетов.

После выведения на орбиту и проверки работоспособности станции к ней подстыковался первый транспортный космический корабль «Союз-10» (В. А. Шаталов, А. С. Елисеев, Н. Н. Рукавишников). В полете испытывался модифицированный, теперь уже транспортный корабль с новой стыковочной системой, которая позволяла экипажу переходить на станцию, не выходя в открытый космос, опробовалось совместное движение космических объектов разной массы.

Затем в июне 1971 года стартовал «Союз-11» (Г. Т. Добровольский, В. Н. Волков, В. И. Пацаев). Экипаж работал на станции в течение 23 суток. Полетные испытания показали необходимость конструктивных доработок первого «Салюта».

В апреле 1973 года состоялся запуск еще одной станции — «Салют-2». Она функционировала на орбите в автоматическом режиме примерно в течение месяца. Все это были «ступеньки» к созданию «разнорежимной» орбитальной станции, способной работать и с экипажем на борту, и в автоматическом режиме. Таким стал «Салют-3», который находился на орбите семь месяцев — с июня 1974 года до января 1975 года. В течение 15 суток на станции проводили исследования и эксперименты П. Р. Попович и Ю. П. Артюхин.

В декабре 1974 года на околоземной орбите начала функционировать научная станция «Салют-4». На ее борту работали две экспедиции: первая — А. А. Губарев и Г. М. Гречко («Союз-17»), вторая — П. И. Климук и В. И. Севастьянов («Союз-18»). Затем состоялся полет «Салюта-5», который

также принял две экспедиции: **Б. В. Волюнов** и **В. М. Жолобов** («Союз-21»); **В. В. Горбатко** и **Ю. Н. Глазков** («Союз-24»).

Год двадцатилетия космической эры ознаменовался радостными событиями. Мощная ракета-носитель вывела на орбиту станцию нового поколения — «Салют-6». Ей было предопределено значительно расширить возможности работ в космосе. Почти пять лет пробыл «Салют-6» на околоземной орбите. За этот период успешно осуществлены полеты пяти основных экспедиций (среди них самая продолжительная в истории космонавтики **185-суточная** — **Л. И. Полев**, **В. В. Рюмин**) и одиннадцать экспедиций посещения. Общее время работы станции в пилотируемом режиме составило 676 суток.

Полностью оправдала себя система материально-технического снабжения с использованием автоматических грузовых кораблей «Прогресс», которые доставили на станцию свыше 22 т различных грузов. Это обеспечило продолжительную работу экспедиций, позволило значительно расширить состав научной аппаратуры станции и провести комплекс ремонтно-профилактических мероприятий.

В ходе работ со станцией были запущены пилотируемые космические корабли «Союз-25» (**В. В. Коваленок** и **В. В. Рюмин**), «Союз-26» (**Ю. В. Романенко** и **Г. М. Гречко**), «Союз-27» (**В. А. Джанибеков** и **О. Г. Макаров**), «Союз-28» (**А. А. Губарев** и **В. Ремек**), «Союз-29» (**В. В. Коваленок** и **А. С. Иванченков**), «Союз-30» (**П. И. Климук** и **М. Гермашевский**), «Союз-31» (**В. Ф. Быковский** и **З. Йен**), «Союз-32» (**В. А. Ляхов** и **В. В. Рюмин**), «Союз-33» (**Н. Н. Рукавишников** и **Г. Иванов**), «Союз-34» (беспилотно-пилотируемый), «Союз-35» (**Л. И. Попов** и **В. В. Рюмин**), «Союз-36» (**В. Н. Кубасов** и **Б. Фаркаш**), «Союз-37» (**В. В. Горбатко** и **Фам Туан**), «Союз-38» (**Ю. В. Романенко** и **А. Т. Мендес**), «Союз-39» (**В. А. Джанибеков** и **Ж. Гуррагча**), «Союз-40» (**Л. И. Попов** и **Д. Прунариу**), а также «Союз Т-2» (**Ю. В. Малышев** и **В. В. Аксенов**), «Союз Т-3» (**Л. Д. Кизим**, **О. Г.**



Макаров, **Г. М. Стрекалов** и «Союз Т-4» (**В. В. Коваленок** и **В. П. Савиных**).

В совместном полете со станцией «Салют-6» успешно проведены испытания усовершенствованного космического корабля «Союз Т», предназначенного для осуществления пилотируемых полетов в будущем.

*До скорой встречи.
В. В. Рюмин (слева),
Л. И. Попов и руководитель
подготовки космонавтов
В. А. Шаталов (1980 г.)*

Фото из архива Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина

Длительный полет орбитальной станции «Салют-6» и успешное выполнение на ее борту обширной программы научно-технических исследований и экспериментов, осуществление за короткий период подготовки и запусков 20 космических кораблей «Союз» и «Союз Т», 12 автоматических грузовых кораблей «Прогресс» — крупный вклад в развитие отечественной космонавтики, важный шаг на пути создания постоянно действующих научно-исследовательских комплексов.

В соответствии с программой исследования космического пространства 19 апреля 1982 года произведен запуск новой орбитальной научной станции «Салют-7». Эта станция — усовершенствованный вариант орбитальных станций второго поколения — оснащена двумя стыковочными узлами и обладает улучшенными характеристиками. К «Салюту-7» успешно осуществлен полет первой основной экспедиции на космическом корабле «Союз Т-5» [А. Н. Березовой и В. В. Лебедев]. Экипаж комплекса «Салют-7» — «Союз Т-5» приступил к выполнению программы полета. Успешная работа комплекса — важный шаг на пути создания постоянно действующих орбитальных станций для дальнейшего исследования и освоения космического пространства в мирных целях.

Переход к длительным полетам означает наступление нового этапа в развитии космонавтики. Большая продолжительность полетов позволяет, с одной стороны, увеличить объем экспериментов, с другой — каждый из запланированных экспериментов повторить несколько раз. В результате наука получает богатый статистический материал. И еще. Космические исследования требуют сложной, дорогостоящей аппаратуры, и естественно, что максимальный экономический эффект, максимальная отдача могут быть получены лишь при длительной работе с этой уникальной аппаратурой.

Минул двадцать один год с апреля 1961 года, когда человек впервые покинул Землю на космическом корабле. Ныне уже более 100 землян



побывали в космосе. Что самое трудное в профессии космонавта? Подготовка к полету! Она напоминает... пружину будильника. Нужно закручивать ее долго и упорно, иначе звонок может оказаться слишком кратким. Длительные полеты сопряжены с качественно новыми моментами в подготовке экипажей к многодневной и многомесячной работе в космосе. Космонавт тренируется долго. Ежедневно выполняются различные упражнения — десятки, сотни, тысячи раз. И все это во имя того, чтобы сработать в космосе безупречно. Там, на борту корабля или станции, нужен человек, способный быстро принимать решения и точно выполнять программу.

И еще об этой профессии. «Космическая эра, — отметил товарищ Л. И. Брежнев, — вызвала к жизни множество прежде не существовавших представлений и понятий, породила новые области знаний, новые профессии. И одна из них — героическая и увлекательная профессия космонавта. Она требует от человека широких знаний, хорошей технической подготовки, постоянного совер-

*Экипаж корабля «Союз Т-5»
А. Н. Березовой (слева)
и В. В. Лебедев*

Фотохроника ТАСС

шенствования, готовности к новым подвигам».

Мы знаем: в космосе нет легких путей. Каждый шаг очень труден. На этом пути мы потеряли талантливых испытателей космических кораблей — Ю. А. Гагарина, В. М. Комарова, Г. Т. Добровольского, В. Н. Волкова, В. И. Пацаева. Они погибли, выполняя задание Отчизны. Их подвиг бессмертен. И никакие преграды не остановят человечество в стремлении покорить космос. За первыми космическими кораблями и орбитальными станциями уйдут в звездные дали десятки других космических аппаратов, а поведут их по новым маршрутам такие же смелые, волевые и настойчивые пилоты, как те, что вели по орбитам «Востоки», «Восходы», «Союзы» и «Салюты». И каждый новый шаг в космос будет делать землян смелее и мудрее. Так будет всегда.



Доктор физико-математических наук
В. Г. ИСТОМИН

Редкие газы на Венере

Рано утром 1 марта 1982 года спускаемый аппарат станции «Венера-13» вошел в плотные слои атмосферы планеты. На высоте около 23 км над поверхностью Венеры включился масс-спектрометр. Инженер К. В. Гречнев быстро выделил на принимаемых масс-спектрах пики изотопов неона-20 и неона-22. «Вижу изотопы неона», — передал он по телефону из Крыма. Эта информация, полученная менее чем через 15 минут после включения прибора там, на борту, означала, что нам удалось провести измерения изотопного состава неона (одного из «редких» газов), присутствующего в ничтожных количествах в атмосфере нашей ближайшей соседки планеты.

ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА

В атмосфере Земли «редкие газы», иначе говоря, инертные, или «благородные», — гелий, неон, аргон, криптон и ксенон присутствуют в крайне малых концентрациях. Больше всего в атмосфере Земли аргона (около 1%). Неона около 18 миллионных долей, гелия — около пяти, криптона — около одной, а ксенона менее десяти миллионной доли (по объему). История открытия редких газов в атмосфере Земли насчитывает уже свыше 200 лет. Неон был выделен из воздуха менее чем 90 лет тому назад (В. Рамзай и М. Траверс, 1898 г.), первое указание на существо-

вание двух изотопов неона получил в 1912 году Дж. Дж. Томсон, а окончательно подтвердил в 1920 году измерениями на первом масс-спектрографе Ф. Астон. К 50-м годам были проведены измерения изотопного состава практически всех элементов, включая, разумеется, инертные газы, а к 60-м стало очевидно, что Вселенная, Солнечная система и даже Земля существенно изотопно-неоднородны. Первыми «внеземными» объектами, исследованными на масс-спектрометрах в земных лабораториях, стали метеориты и содержащиеся в них редкие газы, изотопный состав которых оказался весьма отличным от изотопного состава инертных газов земной атмосферы. Постепенно стало очевидным, что от изучения изотопии элементов различных космических объектов тянутся нити к решению проблем возникновения и эволюции Земли и других планет Солнечной системы.

Естественно, что по мере появления технических возможностей в круг объектов исследований химического и изотопного состава начали включаться и атмосферы ближайших планет.

Задача поиска редких газов в атмосфере Венеры оказалась, пожалуй, сложнее, чем на Земле, хотя и была решена в более сжатые сроки. Первые исследования состава атмосферы Венеры на космических аппаратах («Венера-4» — «Венера-8») проводились с помощью простых приборов — газоанализаторов. Эти приборы могли сообщить лишь о наличии примесей, концентрация которых составляла единицы или несколько

десятих процента. Но даже эти грубые оценки, полученные на различных космических аппаратах, сильно отличались друг от друга, и причины расхождений не всегда были ясны.

АРГУМЕНТЫ В ПОЛЬЗУ МАСС-СПЕКТРОМЕТРОВ

Положение кардинально изменилось на станциях нового поколения, начиная с «Венеры-12», где были установлены высокоточные аналитические приборы (в их числе масс-спектрометр и газовый хроматограф).

Масс-спектрометр начали использовать в космических исследованиях около 25 лет назад еще на третьем искусственном спутнике Земли. Первые такие приборы дали ценную информацию о составе нейтрального и ионизированного газа верхней атмосферы Земли, помогли выявить особенности ее структуры и динамики. Все существующие модели верхней атмосферы и ионосферы Земли в значительной степени опираются на данные ракетной и спутниковой масс-спектрометрии.

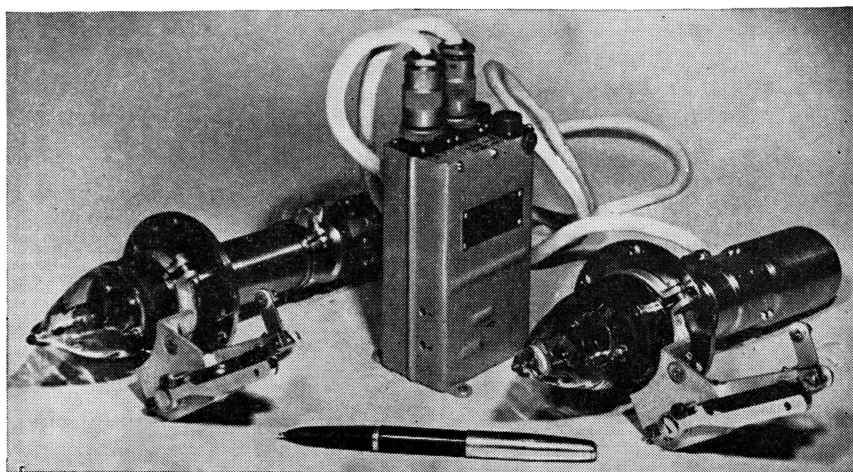
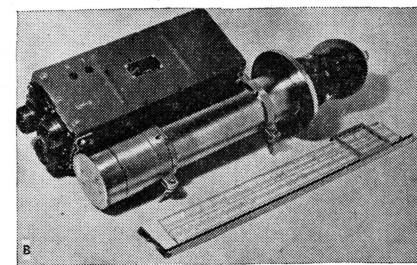
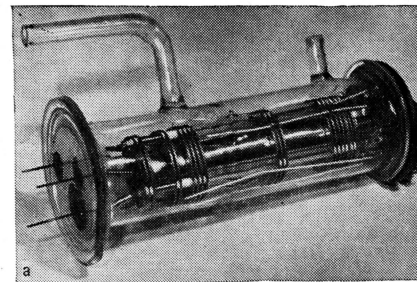
Важное свойство масс-спектрометра, хорошо проверенное в исследованиях верхней атмосферы, — его полная «непредвзятость» в отношении объекта исследования. Прибор не программируется заранее на обнаружение каких-либо определенных химических элементов или их соединений, а регистрирует все, что входит в диапазон массовых чисел масс-спектрометра. Благодаря этому на заре ракетных исследований атмосферы Земли, например, обнаружили, что нижняя часть ионосферы обязана своим существованием воз-

се не азоту и кислороду, а их соединению — ионам окиси азота. Далее, в земной ионосфере совершенно неожиданно нашли ионы металлов — магния, кальция, железа, титана, а также других, казалось бы, «незаконно» присутствующих в азотно-кислородной атмосфере Земли элементов (например, кремния). Это свойство масс-спектрометра определило его выбор в качестве одного из основных аналитических приборов исследовательского комплекса станций «Венера» нового поколения.

Второе, и едва ли не более важное обстоятельство — возможность получения от масс-спектрометра информации не только о химическом, но и об изотопном составе исследуемых веществ. Как известно, все элементы периодической системы Менделеева существуют в виде смеси двух (или большего числа) стабильных изотопов. Напомним, что изотопами называются разновидности одного и того же химического элемента, которые отличаются лишь массой атомов, но имеют в составе ядра одинаковое число протонов и занимают одно и то же место в таблице Менделеева. Известно, например, что кислород помимо наиболее распространенного изотопа с массовым числом 16 имеет изотопы с массовыми числами 17 и 18; азот воздуха — смесь изотопов, масса атомов которых равна 14 («основной» изотоп) и 15. Самый обильный на Земле инертный газ аргон представлен тремя изотопами: «основной» — аргон-40 и мало распространенные на Земле аргон-38 и аргон-36.

Третья «козырная карта» масс-спектрометрической методики — возможность измерения концентраций компонент в гигантском диапазоне. Наконец, последний (по счету, но не по важности) аргумент, подсававший выбор масс-спектрометра, — большой опыт, накопленный в Советском Союзе в разработке и конструировании таких приборов и в проведении масс-спектрометрических исследований состава верхней атмосферы Земли на ракетах и спутниках.

Но задача, которую поставила наша ближайшая соседка, планета Венера,



а — лабораторный макет радиочастотного масс-анализатора.

Разработан в Институте прикладной геофизики Академии наук СССР (1956 г.);

б — масс-спектрометр РМС-1, использовавшийся на третьем ИСЗ и высотных геофизических ракетах (1957—1960 гг.);

в — радиочастотный масс-спектрометр МХ-6405, использовавшийся на спутниках серии «Электрон» (1964—1965 гг.).

Разработан в СКБ аналитического приборостроения АН СССР;

г — радиочастотный масс-спектрометр МХ-7407П, использовавшийся в основном на метеорологических ракетах МР-12 (1965—1980 гг.).

Разработан в СКБ аналитического

приборостроения АН СССР,

выпускался серийно

Сумским заводом электронных микроскопов

имени 50-летия ВЛКСМ

казалось, превосходила по сложности все, с чем имела дело масс-спектрометрия вообще и космическая масс-спектрометрия в частности. До сотни атмосфер давления при температуре до 500°С! А ведь масс-спектрометр — прибор вакуумный. Для нормальной работы масс-анализатора давление газа в нем должно быть очень низким, не более 10^{-5} тор,

иначе говоря, в миллиард раз ниже, чем у поверхности Венеры...

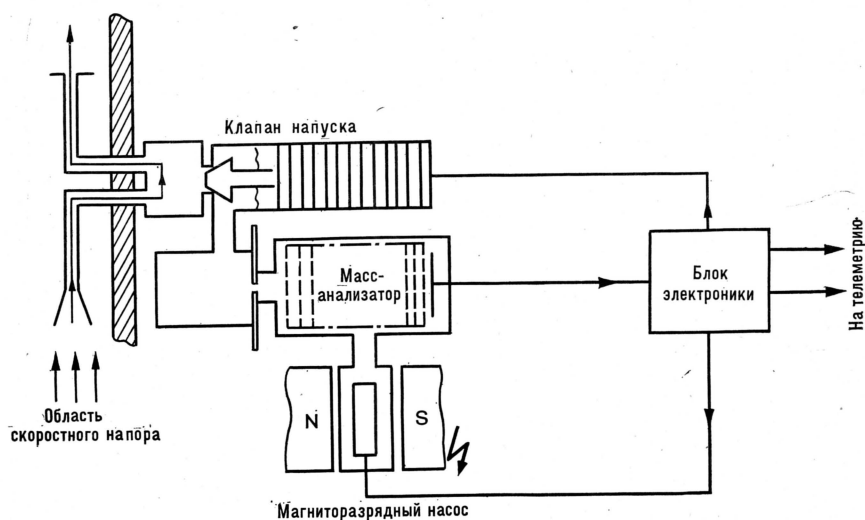
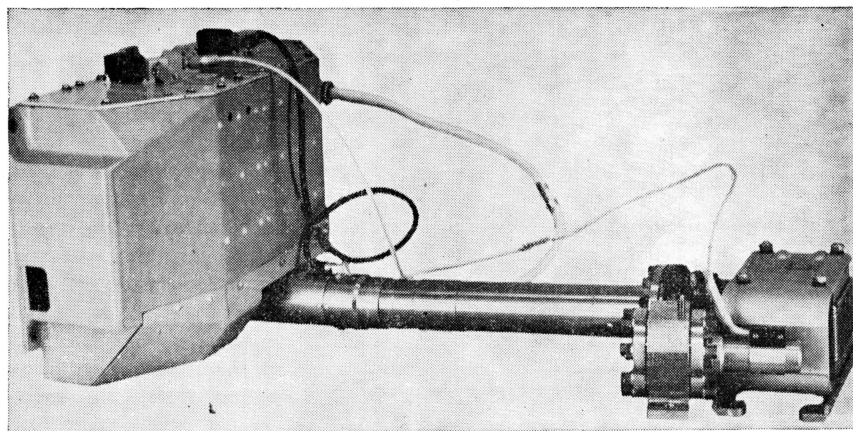
В этом состояла одна из трудностей использования масс-спектрометра для анализа плотных атмосфер. Все «земные» (лабораторные) масс-спектрометры работают с вакуумными насосами, создающими сначала предварительное разрежение («форвакуум») до 10^{-1} — 10^{-2} тор, а затем высоковакуумный насос обеспечивает необходимые рабочие условия.

Кроме того, необходимо было разработать способ (и изобрести устройство, реализующее этот способ), при котором в прибор вводилась бы точно дозированная порция газа, объемом в сотые доли кубического миллиметра (при «нормальных» температуре и давлении). Решение было найдено на грани возможностей современной вакуумной техники и технологии: создали вакуумную систему масс-спектрометра, имеющую предельно малое собственное газоотделение и ничтожное натекание газа извне. Благодаря этому вакуум в приборе мог поддерживаться неопределенно долго одним-единственным высоковакуумным (ионно-геттерным магниторазрядным) насосом, который к тому же в нерабочем состоянии, естественно, был выключен, так что откачка осуществлялась лишь за счет сорбции (поглощения) химически активных газов напыленным титаном. С внешней средой анализатор масс-спектрометра связывал клапан, способный за тысячные доли секунды вводить в прибор требуемое количество газа, не больше и не меньше.

МАСС-СПЕКТРОМЕТР MX-6411

Этот прибор, использовавшийся на станциях «Венера-11» — «Венера-14», был разработан в СКБ аналитического приборостроения АН СССР совместно с Институтом космических исследований АН СССР и Сумским заводом электронных микроскопов имени 50-летия ВЛКСМ.

Динамический радиочастотный масс-анализатор (именно таков MX-6411) напоминает по конструкции радиолампу. Анализатор содержит



20 плоскопараллельных сеток, источник ионов и коллектор ионов на противоположных концах пакета сеток. Газ поступает в «источник ионов», где атомы и молекулы ионизируются «электронным ударом». Затем ионы попадают в область собственно масс-анализатора, где они, ускоренные вначале постоянным электрическим полем, получают в трехсеточных радиочастотных каскадах дополнительную энергию. Поскольку время, за которое ион пролетает радиочастотный каскад, соизмеримо с периодом изменения потенциала, ионы с массовым числом M_0 ускоряются (при фиксированном значении частоты и ускоряющего потенциала), тогда как

Общий вид масс-спектрометра MX-6411, установленного на станциях «Венера-11, -12, -13 и -14». Схема масс-спектрометра MX-6411 (внизу)

ионы любых других массовых чисел замедляются. Пропуская ускоренные ионы через последующие каскады, можно добиться, чтобы эти ионы были ускорены и здесь. Поставив на пути ионов тормозные сетки и подбирая «тормозящий потенциал», можно выделить на коллекторе только максимально ускоренные ионы с массовым числом M_0 , то есть произвести селекцию по массам.

В приборе МХ-6411 изменением частоты от 7,5 до 2,2 МГц достигается перекрытие диапазона массовых чисел от 12 до 140 атомных единиц массы (а. е. м.).

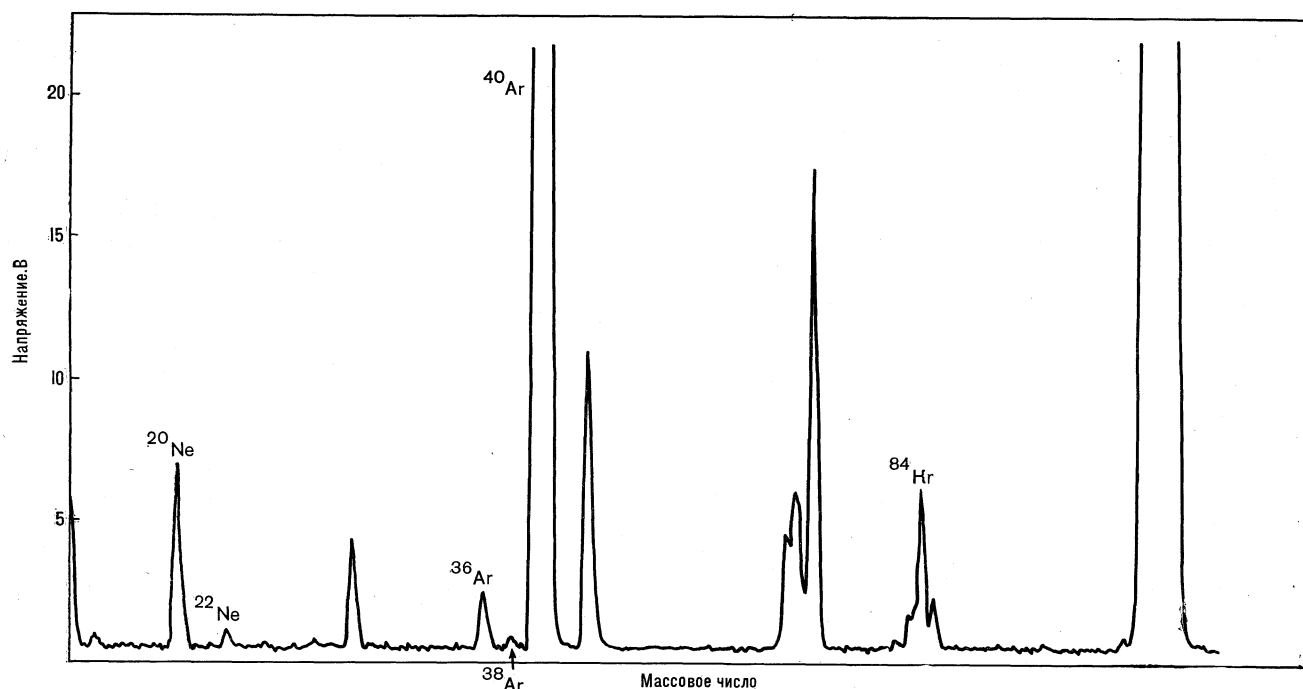
Масс-спектрометр МХ-6411 состоит из аналитической системы (объединяющей в себе радиочастотный анализатор, ионный источник и ионно-геттерный магниторазрядный насос); электрометра, закрепленного на цоколе анализатора; клапана напуска, соединенного с аналитической системой гибкой тонкой трубкой, и блока электроники. Поскольку масс-спектрометр устанавливался внутри одного из герметичных отсеков спускаемого аппарата, в его комплект входила система из двух трубопроводов, с помощью которых при снижении аппарата в атмосфере Венеры осуществлялась постоянная продувка атмосферного газа через клапан напуска. Входной растроб был расположен на аппарате в области «напора» (повышенного давления за счет движения аппарата), выходной конец трубопроводов размещался в области пониженного давления. Электроника прибора, принимая команды от бортовых

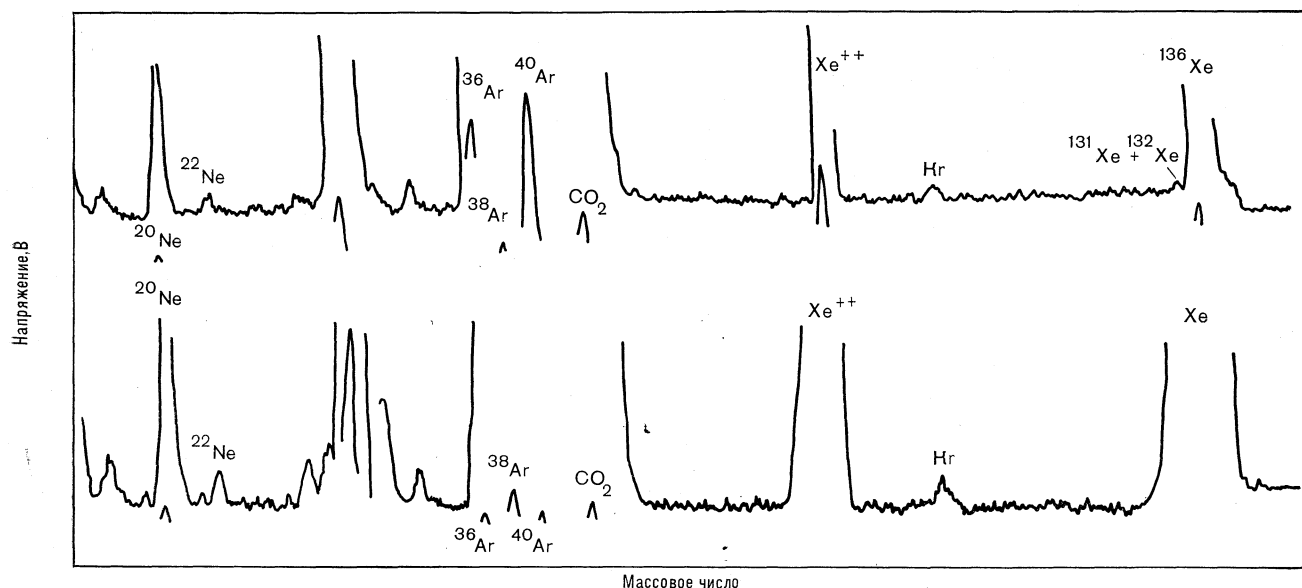
систем станции, управляет его работой по определенной циклограмме. По сигналу бортовой управляющей системы прибор включается в режим «поиска». В этом режиме на клапан напуска каждые две секунды поступает импульс, амплитуда которого последовательно возрастает. Прибор ускоренно регистрирует масс-спектры, развертывая весь диапазон за одну секунду. Ионно-геттерный насос включен и в промежутках между импульсами напуска откачивает газ, попадающий в прибор. С каждым последующим циклом в прибор поступает приблизительно вдвое большая порция газа (всего имеется 64 ступени «поиска» и соответственно 64 градации величины напуска). Когда одна из порций приведет к тому, что какой-то пик масс-спектра превысит предварительно установленный уровень дискриминатора, прибор переводится в «режим анализа химически активных компонент». Длительность развертки масс-спектров делается равной семи секундам. Для увеличения чувствительности перед вторым масс-спектром в прибор вводится порция газа, вдвое превы-

шающая ту, которая привела к срабатыванию дискриминатора. Поскольку магниторазрядный насос прибора остается включенным, то одновременно с регистрацией спектров идет откачка.

По завершении цикла «химического анализа» прибор опять переводится в режим поиска (с повторением порций той же величины), и при повторном срабатывании дискриминатора магниторазрядный насос выключается. Прибор регистрирует два семисекундных измерительных спектра смеси, уже значительно обогащенной инертными компонентами, поскольку их откачка прекратилась, а напыленный титан магниторазряд-

Масс-спектр калибровочной смеси; углекислый газ и малые примеси инертных газов — неона, аргона, криптона на уровне ожидавшихся обилий их в атмосфере Венеры. Чувствительность прибора демонстрируется пиком аргона-38: его содержание около 120 миллиардных долей по объему. Разрешение демонстрируется пиками неона и аргона. Спектр получен в процессе наземной отработки станции «Венера-13»





ного насоса сорбирует только химически активные CO_2 и N_2 , входящие в состав атмосферы Венеры. Далее, в течение 32 с в прибор вводятся 16 таких же порций газа, затем снова регистрируются семисекундные измерительные спектры (до 16—18 спектров). В это время непрерывно идет поглощение CO_2 и N_2 и, следовательно, еще большее обогащение смеси инертными газами. Так реализуется наивысшая чувствительность к благородным газам и их изотопам. Последовательность измерительных спектров обрывается следующим сигналом, получаемым от станции, после чего вся циклограмма возобновляется.

Несмотря на то, что у МХ-6411 чувствительность лучше, чем у многих его земных «собратьев» (он обнаруживает около 10^{-8} объемной доли изотопа инертного газа), прибор имеет массу всего около 9,5 кг и потребляет мощность около 17 Вт.

Характеристики масс-спектрометров подтверждаются масс-спектром калибровочной смеси, который получен в режиме анализа инертных газов во время наземных испытаний станции «Венера-13» и обработан на ЭВМ, чтобы избавиться от разрывов записи при переключении шкал прибора. Чувствительность демонстри-

Первичные (необработанные) масс-спектры, полученные на станциях «Венера-13» (внизу) и «Венера-14» (вверху) в режимах анализа благородных газов. Масс-пики неона-22, криптона и ксенона (131—132) регистрируются на первой шкале — высокочувствительный выход прибора; масс-пики неона-20 регистрируются на второй шкале; масс-пики аргона-изотопы с атомным весом 36, 38 и 40 — регистрируются на второй и третьей шкалах прибора. Сравнение с предыдущим рисунком обнаруживает «аномалию» изотопного состава аргона: в масс-спектрах атмосферы Венеры пики аргона-36 и аргона-40 приблизительно равны

руется величиной масс-пика аргона-38, содержание которого в смеси составляло около $1,2 \cdot 10^{-7}$ (120 миллиардных долей по объему). Из приводимого спектра калибровочной смеси, в частности, видно, что в ней присутствует аргон «нормального» (характерного для воздушного аргона) изотопного состава: отношение аргон-40/аргон-36 составляет около 300. Процедура получения и обработки калибровочных масс-спектров в точности повторяла принятую про-

цедуру обработки полетных масс-спектров. Это было сделано для улучшения метрологических характеристик всего комплекса «прибор — система передачи данных — система обработки», что особенно важно для получения неискаженных данных об изотопном составе благородных газов.

На другом рисунке даны примеры регистрации необработанных телеметрических записей масс-спектров, полученных в режиме анализа инертных газов на станциях «Венера-13» и «Венера-14». Верхний спектр получен со станции «Венера-14», нижний — со станции «Венера-13». На спектрах хорошо видны пики изотопов неона-20 (вершина пиков — на второй шкале) и неона-22 (на первой шкале). Пики изотопов аргона-36, аргона-38 и аргона-40 регистрируются на второй и третьей шкалах. Хорошо видна «аномалия» изотопного состава аргона в атмосфере Венеры: пики аргона-36 и аргона-40 примерно равны. Видны также пики неразрешенной группы изотопов криптона (максимум принадлежит криптону-84). Наконец, на верхнем спектре («Венера-14»), рядом с большим пиком изотопа ксенона-136, введенного в прибор в технологических целях, заметен суммарный пик изото-

пов ксенона-131 и ксенона-132, принадлежащих атмосфере Венеры. Всего на аппаратах «Венера-13» и «Венера-14» получено около 250 масс-спектров.

РЕДКИЕ ГАЗЫ В АТМОСФЕРЕ ДРУГИХ ПЛАНЕТ

Три с половиной года тому назад, в декабре 1978 года, Венеру исследовали семь газоаналитических приборов: два газовых хроматографа и пять (!) масс-спектрометров изучали химический и изотопный состав ее атмосферы. Из этих приборов три масс-спектрометра были установлены на американских аппаратах «Пионер — Венера», а два — на «Венере-11» и «Венере-12». В марте 1982 года к этим приборам добавились еще два масс-спектрометра и два газовых хроматографа на «Венере-13» и «Венере-14».

Масс-спектрометрическими экспериментами в США на «Пионер — Венера» занимались такие известные специалисты, как А. Нир (именно ему принадлежат наиболее точные измерения изотопов инертных газов атмосферы Земли, проведенные еще в 50-е годы), ученик Нира Дж. Хоффман, Г. Тейлор, а также У. фон Цан (ФРГ). Аппаратура, созданная учеными США, была пожалуй, несколько усложнена и, по нашему мнению, не всегда оправданно. Например, масс-спектрометр Хоффмана имел пять вакуумных насосов, тогда как наш — всего один. Разрешение по массам одного из американских масс-спектрометров существенно превышало разрешение прибора МХ-6411, а вот система ввода пробы советского прибора оказалась более удачной. Американский прибор, анализировавший нижнюю атмосферу Венеры, после прохождения облачного слоя оказался на длительное время «блокированным»: капля серной кислоты закрыла входное отверстие точкой трубочки-накатателя и серьезно нарушила нормальную работу масс-спектрометра, затруднив также анализ данных. Из сопоставления результатов выяснилось, что отечественные приборы имели меньший уровень собственного фона. В результате

реальная чувствительность оказалась близкой к расчетной, а систематические погрешности измерений, связанные с собственными фонами, в большинстве линий масс-спектра отсутствовали.

Можно привести такой пример: ученые США использовали в технологических целях изотопно-обогащенный ксенон-136 с содержанием основного изотопа всего лишь около 95%, тогда как Государственный фонд стабильных изотопов изготовил для нас ксенон-136 чистотой 99,99%. Это кардинально отразилось на уровне предполетной подготовки масс-спектрометров.

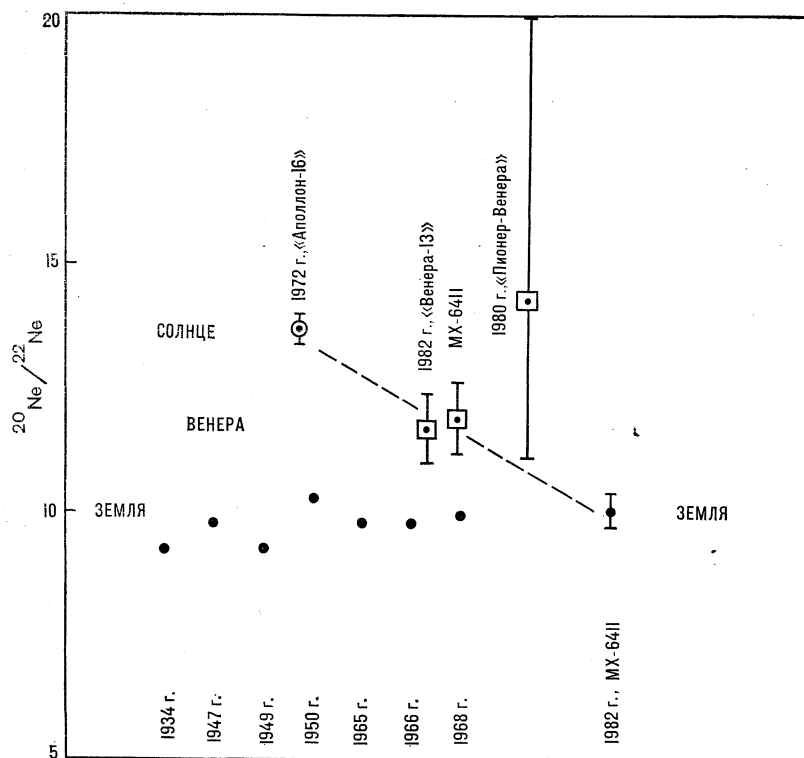
Теперь о главном. Сенсационный вывод, который можно было сделать буквально с первого взгляда на масс-спектры, состоял в неожиданно большом содержании (обилии) изотопов аргона-36 и аргона-38 на Венере в сравнении с Землей. Это фундаментальное открытие было сделано практически одновременно на «Пионер — Венера» и станциях «Венера-11» и «Венера-12» в декабре 1978 года. Надо отметить, что по американским измерениям содержание аргона-40 на Венере в первых публикациях вообще не приводилось, и в последующих — давалось с большой погрешностью из-за огромного собственного фона прибора в линии аргон-40.

Важность сделанного открытия станет очевидной, если вспомнить, что почти весь аргон атмосферы Земли состоит из изотопа аргона-40, который возник в результате распада радиоактивного калия-40 земной коры. На Венере же радиогенный аргон-40 и нерадиогенные аргон-36 и аргон-38 присутствуют в равных количествах. Таким образом, оказалось, что относительная концентрация нерадиогенных («первичных») изотопов аргона — в 300, а абсолютное их обилие — в 100 раз превосходит и концентрацию и обилие в атмосфере Земли. Эти факты неопровержимо свидетельствовали о существенном различии условий формирования атмосфер названных планет.

Другие результаты масс-спектрометрических измерений на «Венерах» и «Пионер — Венера» редких

(и не только редких) газов поначалу сильно расходились. Расхождение было особенно заметным в первых публикациях результатов ученых США. Для некоторых важных составляющих (азот, аргон-40) оценок вообще не приводилось, в более поздних работах разница с нашими измерениями стала менее существенной. Все же остающиеся расхождения и сравнительно большие величины погрешностей поставили на повестку дня вопрос о сверке советских и американских приборов. Во время встреч в Москве, в апреле 1979 и в январе 1980 года, была составлена программа калибровок всех масс-спектрометров и газовых хроматографов. Эта программа выполнялась довольно медленно, однако существенный прогресс наметился вскоре после полетов станций «Венера-13» и «Венера-14». В Институт космических исследований АН СССР были присланы первые контрольные калибровочные смеси, содержащие в равных количествах изотопы аргона-36 и аргона-40.

Чем же интересны и важны исследования редких газов и их изотопного состава в атмосферах других планет? Прежде всего тем, что исследования, безусловно, относятся к числу тех, которые развивают и расширяют наши представления о Вселенной. Например, открытие «аномального» изотопного состава аргона на Венере сразу же позволило сделать ряд очень серьезных выводов. Из-за того, что благородные газы, не участвуя ни в каких химических превращениях, сохраняются на планете в течение всего времени ее существования, они служат надежными «свидетелями рождения» атмосферы планеты. Поэтому М. Н. Изаков из Института космических исследований АН СССР, анализируя первые результаты масс-спектрометрических измерений редких газов на Венере, предположил, что большая часть первичных изотопов благородных газов попала в атмосферы планет земной группы (Венера, Земля и Марс) благодаря аккреции газа протопланетного облака непосредственно на растущие планеты на ранних стадиях их образования. Эта



Результаты измерений изотопного состава неона (отношения неон-20 / неон-22) для атмосфер Земли, Венеры и для солнечного ветра.

Приведены флажки ошибок. Измерения на «Венере-13» подкреплены измерениями изотопного отношения земного неона, проведенными тем же самым масс-спектрометром в процессе предстартовых испытаний станции. Эти (земные) данные отлично согласуются с данными, полученными другими авторами (1934—1968 гг.)

гипотеза, как и другие гипотезы происхождения атмосфер, непрерывно подвергается проверке и уточнению по мере поступления новых экспериментальных данных относительно обилия редких газов на Венере и об их изотопном составе.

Один из новых результатов, который также трудно было предвидеть, — точные значения изотопного состава неона, полученные в измерениях на станциях «Венера-13» и «Венера-14». Высокая чувстви-

тельность приборов позволяет измерить изотопы неона-20 и неона-22 почти на каждом спектре. Концентрация неона-20 составляет около 10 миллионных долей, что хорошо согласуется с данными измерений газового хроматографа на «Пионер — Венера» и с предыдущими результатами, полученными на масс-спектрометрах.

Каков же изотопный состав венерианского неона? Данные «Венеры-13» указывают на существенное отличие изотопного состава неона венерианской атмосферы как от земного неона, так и от солнечного. Что вытекает из приведенных ниже цифр?

Небесные тела Солнечной системы	$^{20}\text{Ne}/^{22}\text{Ne}$
Солнце	$13,7 \pm 0,3$
Венера	$11,8 \pm 0,7$
Земля	$10 \pm 0,3$
Марс	?

Не исключено, что эти данные указывают на процесс дифференциации изотопов в протопланетном облаке. К сожалению, явно не хватает сведений о Марсе: измерения на «Викингх» (США) не принесли данных по изотопии неона. Может быть, дальнейшая обработка результатов экспериментов на последних «Венерах» позволит выявить эффекты того же знака в других редких газах? Анализ результатов продолжается...



СОЛНЦЕ—РЯДОВАЯ ЗВЕЗДА?

Принято считать, что Солнце — рядовая звезда нашей Галактики. Между тем масса Солнца не так уж мала, как это следует из названия звезд его типа — желтые карлики. Самые многочисленные в Галактике красные карлики имеют массу значительно меньше солнечной. Масса Солнца не соответствует нашему представлению о его «заурядности». И не только масса. Факты, накоп-

ленные астрономами за последние годы, свидетельствуют, что Солнце выделяется даже среди звезд своего класса.

Астроном Техасского университета (США) М. Смит измерил скорость вращения более чем двадцати звезд, похожих на Солнце, в том числе самого яркого компонента системы α Центавра (А), т Кита, 61 Лебедя (Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 1979, 91, 544). Данные наблюдений полно-



стью совпали с ожиданиями теоретиков: чем старше звезда, тем меньше скорость ее вращения (отчасти это связано с тем, что поток звездного ветра уносит момент вращения звезды). Оказалось, что для звезд такого же возраста, как Солнце ($4,6 \cdot 10^9$ лет), характерна скорость вращения поверхности 5 км/с, но у самого Солнца эта скорость всего около 2 км/с.

Замечено также, что по уровню хромосферной активности Солнце относится к самым спокойным из своих собратьев. Как правило, звездам типа Солнца, например α Центавра А, свойственна более высокая активность, признаки которой хорошо различимы на спектрограммах. Причем хромосферная активность у этих звезд, так же как у Солнца, изменяется с некоторым периодом, составляющим для большинства звезд 8–10 лет. Рентгеновские наблюдения, проведенные в последние годы с борта космических аппаратов, показали, что желтые карлики главной последовательности обладают в десятки и даже сотни раз более мощным рентгеновским излучением, чем Солнце.

Согласно наземным и космическим наблюдениям, поток солнечной энергии вблизи земной орбиты колеблется не более чем на 0,15%. Между тем блеск звезд главной последовательности типа Солнца изменяется на 1–2% с периодом в несколько часов. Раньше все эти звезды считались постоянными, и лишь точнейшие фотометрические измерения, выполненные группой советских астрофизиков, позволили обнаружить переменность их блеска (Земля и Вселенная, 1981, № 1, с. 53–54. — *Ред.*).

Таким образом, все больше свидетельств в пользу того, что Солнце не рядовая, а напротив, чрезвычайно спокойная звезда в коллективе своих собратьев — желтых карликов главной последовательности. А поскольку активность звезд, в частности корональная и хромосферная, зависит от скорости их вращения (чем больше скорость, тем активней

звезды), то спокойное поведение Солнца, вероятно, связано именно с низкой скоростью его вращения. Учитывая это, Смит делает любопытный вывод, имеющий прямое отношение к проблеме внеземных цивилизаций.

Дело в том, что многие исследователи объясняют низкую скорость вращения Солнца существованием у него планетной системы. Действительно, суммарный орбитальный момент вращения планет в 50 раз превосходит момент вращения самого Солнца. Расчеты показывают, что в период формирования Солнца и планетной системы в центральном светиле было сосредоточено немногим более 10% полного момента вращения. Малый вращательный момент Солнца, по нынешним взглядам, связан с тем, что образовавшиеся совместно с ним планеты захватили львиную долю момента дозвездного материала. А это значит, что возникновение у звезды планетной системы должно приводить к уменьшению скорости вращения звезды и, следовательно, к снижению уровня звездной активности. Такой процесс способствует развитию на планетах более благоприятных условий для зарождения жизни.

Сейчас трудно с полной определенностью сказать, какую роль играло жесткое электромагнитное излучение центрального светила в зарождении жизни на Земле. С одной стороны, это излучение стимулирует химические реакции, а с другой — вызывает распад образовавшихся сложных химических соединений. Можно утверждать, что после того, как возникли живые существа с их генетическим аппаратом для передачи наследственной информации, жесткое излучение Солнца и потоки его космических частиц приводили к росту числа мутаций, а значит, к ускорению темпа эволюции. Конечно, чересчур высокий поток радиации может вызвать слишком большую частоту мутаций, когда случайно приобретенные положительные признаки уже не успевают закрепляться во всей популяции и теряются ею безвозвратно. Тогда процесс развития биосферы становится неустойчивым и она может погибнуть.

Таким образом, астрофизические данные позволяют предполагать, что на планетах у звезд, подобных Солнцу, радиационная обстановка будет незначительно отличаться от той, которая наблюдается на Земле. Значит, и скорость эволюции жизни там окажется близкой к земной.

Кандидат
физико-математических наук
В. Г. СУРДИН



Одно из впечатляющих открытий внеатмосферной астрономии — обнаружение горячего газа в скоплениях галактик. Сохранился ли этот газ со времени возникновения протогалактик или был выброшен из галактик позднее?

СКОПЛЕНИЯ В РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧАХ

Скопления туманностей (галактик) были открыты в XIX веке, но лишь 50 лет назад стало ясно, что расположены они на громадных расстояниях — в миллионы раз дальше, чем звезды нашей Галактики. Лучшее всего известны расстояния и светимости галактик (особенно карликовых), входящих в Местную группу. В этом крошечном скоплении около 30 объектов, и среди них — наша Галактика, туманность Андромеды (M 31), Большое и Малое Магеллановы Облака, галактики NGC 6822, M 33, IC 1613, IC 10, IC 342 и другие, рассеянные по небу обоих полушарий.

Гигантские скопления, где только обнаруженных галактик по нескольку тысяч, встречаются редко. Одно из таких скоплений, объединяющее около 3000 звездных систем, находится в созвездии Девы. Более скромным выглядит скопление в созвездии Волос Вероники, насчитывающее примерно 1000 галактик. Чаще скопления имеют 100–300 членов. Детальное изучение фотографий показало, что в скоплениях со слабой или вообще отсутствующей концентрацией объектов к центру

Доктор физико-математических наук
В. Г. КУРТ

Рентгеновское излучение скоплений галактик

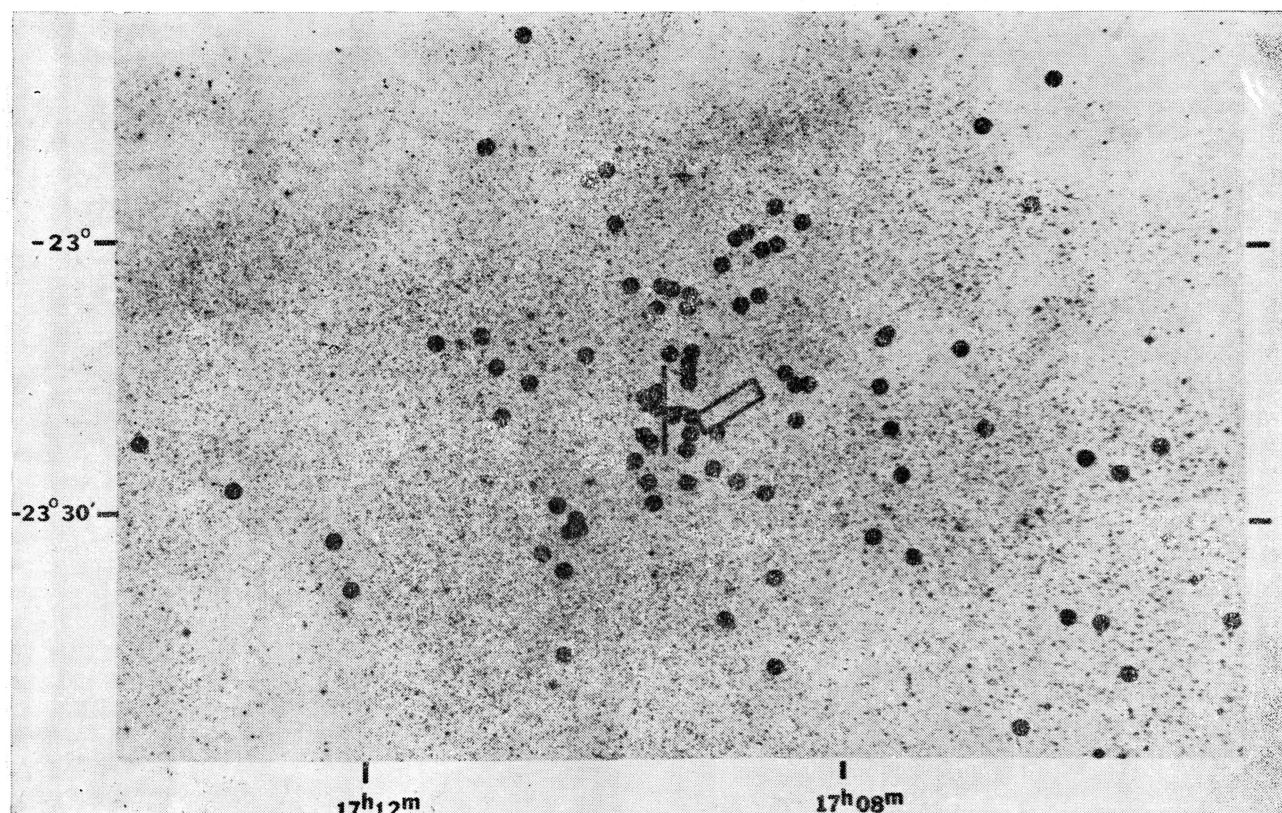
(скопление в созвездии Геркулеса) число галактик невелико, преобладают спиральные звездные системы типа нашей Галактики, а также неправильные галактики, похожие на Магеллановы Облака. В скоплениях с отчетливой концентрацией объектов к центру (скопление в созвездии Северной Короны) в центральной области наблюдаются преимущественно массивные эллиптические галактики.

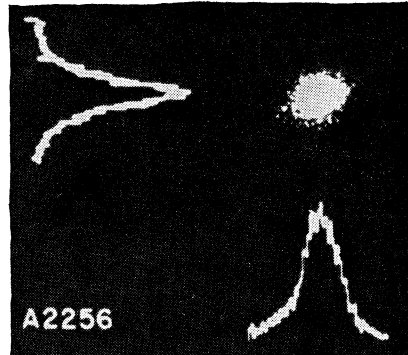
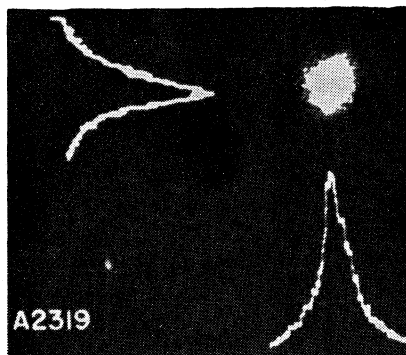
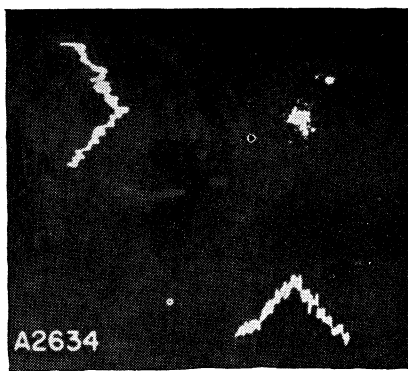
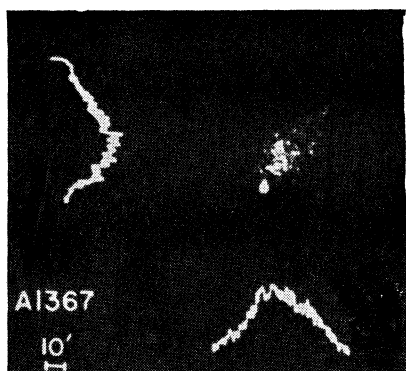
Уже после первых рентгеновских наблюдений, проведенных в 1971 году с борта спутника «Ухуру», стало ясно, что среди внегалактических источников особенно много скопле-

Фотография скопления галактик в созвездии Змееносца. Каждая галактика, а их около сотни в скоплении, отмечена черным кружком, центр рентгеновского излучения газа — прямоугольником

ний галактик. Примерно из ста внегалактических рентгеновских источников 60 оказались скоплениями. В рентгеновских лучах светятся, правда, довольно слабо, все известные богатые, а также многие нормальные и бедные скопления галактик. Рентгеновское излучение Местной группы галактик не обнаружено. Рентгеновская светимость гигантского скопления в созвездии Девы равна $1,5 \cdot 10^{43}$ эрг/с, скоплений в созвездиях Волос Вероники и Центавра — $4 \cdot 10^{44}$ эрг/с. Интересно, что бедное скопление A 0251 + 413 из списка скоплений галактик Эйбелла имеет такую же светимость в рентгеновском диапазоне, как богатое скопление в созвездии Девы, которое, кстати, в 10 000 раз слабее двойной звездной системы Скорпион X-1 — ярчайшего рентгеновского источника на всем небе.

В рентгеновском диапазоне излучают и активные галактики, поэтому до тех пор, пока не удалось получить рентгеновские изображения скопле-





Рентгеновские изображения четырех скоплений галактик из каталога Эйбелла. Вверху — скопления A 1367 и A 2634, в которых рентгеновское излучение концентрируется вблизи отдельных галактик, внизу — скопления A 2319 и A 2256, где излучение концентрируется к центру скоплений. Показано распределение яркости в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Изображения получены рентгеновским телескопом орбитальной обсерватории «Эйнштейн»

ний, нельзя было сказать, что же светится в рентгеновских лучах — галактики или газ, в который они погружены.

После полета спутника «Ухуру» скопления галактик исследовались многими другими космическими аппаратами. Установленный на орбитальной обсерватории «Эйнштейн» 60-сантиметровый рентгеновский телескоп позволил получить рентгеновские изображения скоплений галактик с

угловым разрешением, не уступающим разрешению средних оптических наземных телескопов (2—3"). Оказалось, что рентгеновские источники, связанные со скоплениями галактик, очень протяженные. Радиус этих источников в ярких и близких скоплениях составляет сотни килопарсек, впрочем, следы рентгеновского излучения замечены и на расстоянии в несколько мегапарсек от центра скопления. Иногда наблюдается сильная концентрация рентгеновского излучения к центру скопления или около отдельных активных галактик. Правда, известны скопления, в которых нет таких центров повышенной яркости. Стало очевидным, что в рентгеновском диапазоне светится межгалактический газ. Рентгеновский спектр скоплений галактик соответствует спектру горячего газа, нагретого до температуры 10^6 — 10^8 К.

ГОРЯЧИЙ ГАЗ В СКОПЛЕНИЯХ

Что же в принципе могут дать рентгеновские наблюдения скоплений га-

лактик? Исследования химического состава газа помогут ответить на вопрос, что представляет собой этот газ. Если газ — остаток того «сырья», из которого формировались галактики, то он должен быть водородно-гелиевым, без примеси тяжелых элементов или с малым их содержанием (обилием). Если же газ был выброшен из звезд, возникших в галактиках, или из ядер галактик, куда он попал после «варки» в звездном котле элементообразования, то содержание тяжелых элементов должно быть близким к нормальному солнечному обилию (на каждый миллион атомов водорода приходится 85 000 атомов гелия, 660 атомов кислорода, 330 атомов углерода, 91 атом азота, 83 атома неона, 40 атомов железа, 33 атома кремния, 26 атомов магния, 16 атомов серы).

Когда были получены с высоким спектральным разрешением спектры рентгеновского излучения скоплений галактик, в них удалось выявить линии высокоионизированного железа (энергия фотонов 6,7 кэВ). В четырех богатых скоплениях (в созвездиях Девы, Центавра, Персея и Волос Вероники) содержание железа в межгалактическом газе соответствует нормальному его обилию в межзвездной среде, лишь незначительно отличающемуся от солнечного. Значит, газ в скоплениях — не «строительный мусор», оставшийся со времени образования протогалактик на ранней стадии расширения Метагалактики; этот газ был выброшен позднее уже из галактик скопления.

Сегодня почти все астрономы склонны признавать гипотезу горячей Вселенной, согласно которой протогалактики возникли при красном смещении, меньшем 100, когда сильно нагретое вещество Вселенной состояло только из водорода и гелия (Земля и Вселенная, 1969, № 3, с. 5—11. — Ред.). Нам известно, что квазары с красным смещением около двух имеют такой же химический состав, как и межзвездная среда. Вправе ли мы задавать еретический вопрос: «А вдруг Вселенная пришла к стадии образования протогалактик с нормальным солнеч-

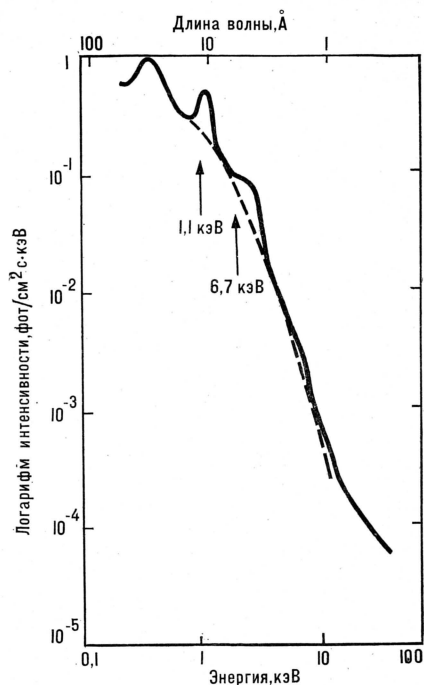
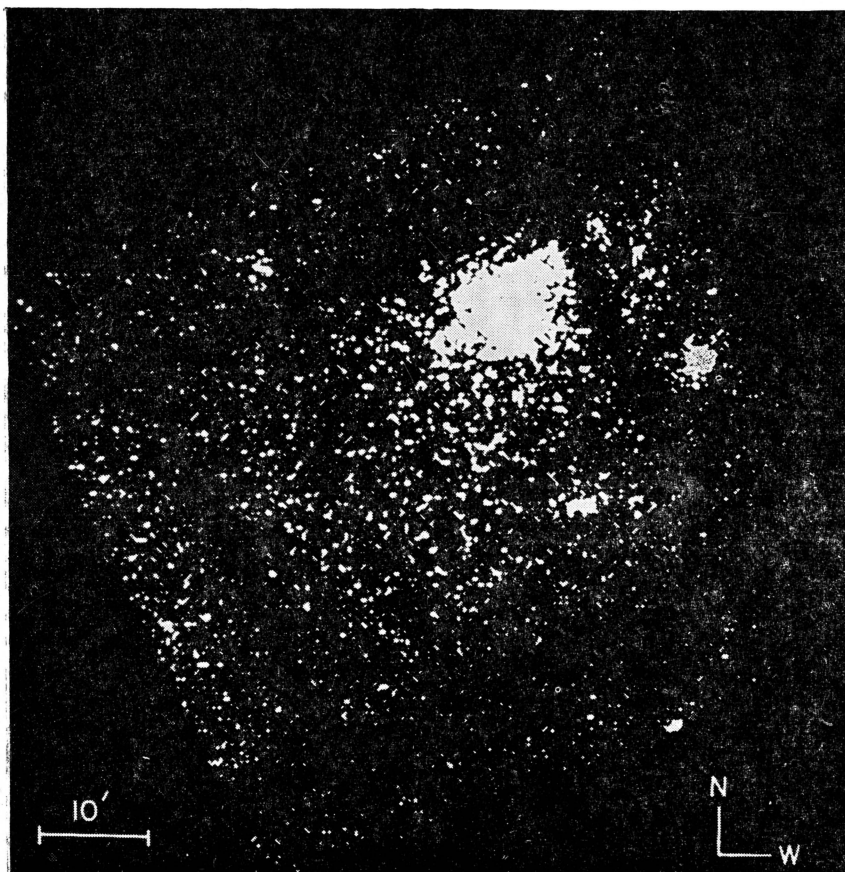
ным составом?» — покажут дальнейшие наблюдения.

Исследуя рентгеновское излучение газа в скоплениях, можно оценить массу этого газа, что имеет фундаментальное значение для проблемы устойчивости скоплений. Уже давно обнаружено, что масса вещества, сосредоточенная в галактиках скопления, не способна своим гравитационным притяжением удержать звездные системы внутри скопления; галактики неминуемо должны разбегаться, а скопление — распадаться. Когда в скоплениях нашли горячий газ, у астрономов

появилась надежда, что проблема устойчивости скоплений будет, наконец, решена. Но эти надежды не оправдались.

Плотность горячего газа в центре скоплений галактик, равная $3 \cdot 10^{-3}$ протонов в 1 см^3 , в 100—1000 раз меньше плотности межзвездного газа в нашей Галактике. Поскольку объем скоплений в 10^4 — 10^5 раз превышает объем Галактики, масса газа, содержащаяся в скоплениях, достигает внушительной величины — 10^{13} — 10^{14} солнечных. И все же масса этого газа меньше массы вещества, сосредоточенной в звездах галактик. Например, во всех галактиках скопления в созвездии Девы содержится $3 \cdot 10^{14}$, а в галактиках скопления в созвездии Персея — $5 \cdot 10^{13}$ масс Солнца. Таким образом, общая масса газа, входящего в скопления, в несколько раз меньше суммарной массы галактик и недостаточна для того, чтобы удер-

Рентгеновское изображение скопления галактик в созвездии Девы, полученное рентгеновским телескопом орбитальной обсерватории «Эйнштейн». Самый яркий источник связан с галактикой M 86. Размер области $1^\circ \times 1^\circ$

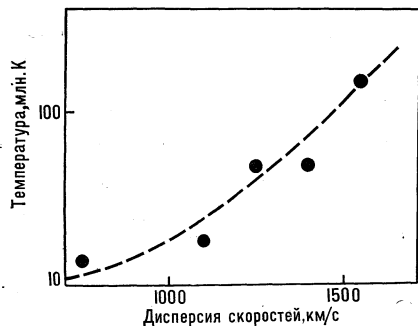


Спектр рентгеновского излучения горячего газа в скоплении галактик в созвездии Девы. Видны линии железа с энергией 1,1 и 6,7 кэВ

жать звездные системы от разбегания.

Проблема устойчивости скоплений может быть решена при условии, если масса галактик в скоплениях раз в десять больше принятой сегодня. Другая, правда, весьма гипотетическая возможность связана с существованием невидимого вещества. Предполагается, что в скоплениях галактик основная масса (до 90%) сосредоточена в веществе, которое не наблюдается ни в одном из спектральных диапазонов — от радио- до рентгеновского. Таким веществом могут быть облака из нейтрино, если масса покоя этой частицы превышает 10 эВ, или 10^{-31} г (Земля и Вселенная, 1981, № 1, с. 32—35. — Ред.).

При исследовании рентгеновского излучения скоплений галактик была обнаружена зависимость между температурой газа в скоплении и дисперсией (разбросом) скоростей га-



Зависимость температуры газа в скоплениях от дисперсии скоростей галактик, входящих в скопление. Все галактики имеют красное смещение меньше 1

лактик, входящих в скопление. Приборы орбитальной обсерватории «Эйнштейн» позволили детально изучить структуру более 20 скоплений с красным смещением до 0,5. Светимость исследованных скоплений заключена в пределах от $2 \cdot 10^{42}$ до 10^{45} эрг/с, размеры — от 70 до 650 кпк, температура газа — от 10^7 до $1,5 \cdot 10^8$ К, дисперсия скоростей от 800 до 1700 км/с. Скопления, где рентгеновское излучение концентрируется вблизи отдельных галактик, как правило, очень ярких, обычно имеют много членов, среди которых преобладают спиральные системы. Таким скоплениям свойственны более низкая температура газа и меньшая дисперсия скоростей галактик. В скоплениях же с однородным распределением рентгеновского излучения или с концентрацией его к центру спиральных звездных систем мало, температура газа и дисперсия скоростей галактик высокие. Среди этих скоплений небольшие по размерам (радиус менее 250 кпк) показывают концентрацию рентгеновского излучения к центру, а крупные вообще не обладают центрами повышенной яркости.

Поскольку температура газа выше в тех скоплениях, где больше хаотические скорости движения галактик, последние, вероятно, передают часть своей кинетической энергии газу, нагревая его. Явной зависимости

между параметрами газа в скоплениях и типом скопления не обнаружено.

КАК НАГРЕВАЕТСЯ ГАЗ В СКОПЛЕНИЯХ?

В результате 10-летних исследований рентгеновского излучения скоплений было установлено, что горячий газ, вероятно, выброшен из галактик в процессе их эволюции. Член-корреспондент АН СССР И. С. Шкловский обратил внимание на то, что масса газа в скоплении раз в десять больше массы газа, заключенного внутри галактик данного скопления. По-видимому, газ в галактиках многократно обновлялся после выброса очередной порции газа в пространство между галактиками. Не ясно, правда, как именно происходил выброс газа — равномерно или более интенсивно в раннюю эпоху звездообразования в галактиках. Судя по нормальному химическому составу газа, справедливо первое предположение. В противном случае химический состав газа отличался бы от нынешнего, так как в звездах первого поколения меньше тяжелых элементов.

Известен по крайней мере один процесс, который приводит к эффективной потере межзвездного газа путем его теплового рассеяния в межгалактическом пространстве. Речь идет о горячих «пузырях» в галактиках. Это — зоны межзвездного газа, нагретого энергией взрывов сверхновых звезд до температуры 10^8 К. Масса газа, заключенного в горячих «пузырях», во много раз превышает массу оболочки, сбрасываемой при взрыве сверхновой. Горячие «пузыри» занимают около 10% объема галактического диска. Газ в этих зонах излучает преимущественно в ультрафиолетовой и мягкой рентгеновской областях спектра. Идея теплового рассеяния газа из горячих «пузырей», развитая И. С. Шкловским примерно 20 лет назад, полностью подтверждена наблюдениями в рентгеновском диапазоне спектра.

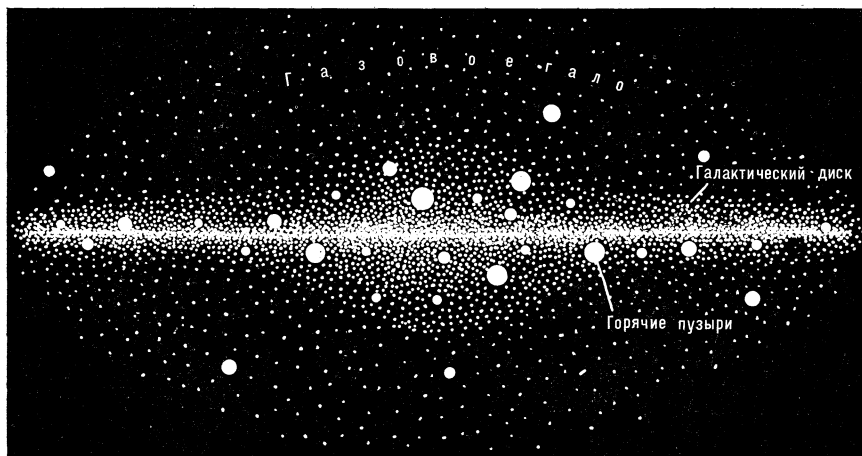
Температура внутри горячих «пузырей» определяется двумя про-

цессами: излучением в ультрафиолетовых и рентгеновских линиях высокоионизированных тяжелых элементов (неона, кислорода, железа, марганца, никеля и др.) и убеганием быстрых протонов из области нагрева. Первый процесс эффективен для температур ниже $3 \cdot 10^6$ К. В результате второго процесса в горячих «пузырях» устанавливается температура, при которой тепловая скорость ионов становится лишь в несколько раз меньше параболической (второй космической) скорости в галактике. В галактике массой 10^{11} солнечных и параболической скоростью около 400 км/с температура в горячих «пузырях» будет равна примерно 10^6 К. Таким образом, еще в галактике газ может быть нагрет до миллиона градусов или немного выше. Не совсем ясно, как на своем пути в межгалактическое пространство этот горячий газ проходит через галактику. Не понятно также, почему нет газа внутри гигантских эллиптических галактик: или он там не образуется, или сразу же покидает галактику (а это странно, так как масса эллиптических звездных систем очень велика), или, наконец, быстро концентрируется вблизи центра галактики, где мы его просто не видим.

Но каким образом уже выброшенный из галактики газ, температура которого 10^6 К, нагревается до температуры 10^8 К? Если в межгалактической среде галактика движется со сверхзвуковой скоростью, то выброшенный из галактики газ сохраняет такую же скорость движения. При взаимодействии быстро движущейся галактики с межгалактическим газом возникает ударная волна, которая разогревает межгалактический газ до 10^7 — 10^8 К. Именно поэтому температура газа выше в тех скоплениях, где больше хаотические скорости движения галактик.

Способствует нагреву газа и активность ядер галактик в скоплениях. Выброс гигантских расширяющихся облаков плазмы, столь часто наблюдаемый в радиогалактиках, в принципе может нагреть газ в скоплении до температуры 10^8 К.

Каковы дальнейшие задачи в исследовании рентгеновского излучения



Области горячего газа («пузыри») в спиральной галактике, видимой с ребра

скоплений галактик? Интересно проследить, как взаимодействуют облака плазмы, выброшенные из ядер активных галактик, с газом скоплений. По всей вероятности, именно это взаимодействие приводит к

появлению «хвостатых» галактик, которые наблюдаются лишь в скоплениях, богатых газом (Земля и Вселенная, 1975, № 2, с. 29—32.—Ред.).

Для решения проблемы происхождения квазаров очень важен поиск скоплений галактик в окрестностях этих объектов. Уже известно около двух десятков близких кваза-

ров (красное смещение меньше 0,5), входящих в бедные скопления галактик. Похоже, что нет ни одного квазара в ближайших к нам богатых и хорошо исследованных скоплениях, но есть надежда встретить квазары в далеких (красное смещение больше 1) богатых скоплениях.

Химический состав газа в скоплениях нуждается в уточнении. Следует продолжить поиск линий в рентгеновских спектрах скоплений, и прежде всего линий никеля — самого распространенного после железа химического элемента.

Наконец, не ясно, существует ли в пространстве между скоплениями истинный межгалактический газ. Рентгеновский фон как будто бы нельзя объяснить излучением только слабых неразрешенных дискретных источников. Какая доля излучения приходится на межгалактический газ, какова его плотность и температура — предстоит еще выяснить.

РЕНТГЕНОВСКАЯ ВСПЫШКА СВЕРХНОВОЙ

В нашей Галактике известно более сотни остатков вспышек сверхновых, многие из которых — источники рентгеновского излучения. В рентгеновском диапазоне светится горячая плазма, расширяющаяся от места взрыва. Генерируется ли рентгеновское излучение непосредственно во время вспышки сверхновой, когда выделяется колоссальная энергия — до 10^{51} эрг, или оно возникает на стадии расширения остатков сверхновых, возраст которых от нескольких сотен до многих тысяч лет? К сожалению, в последние столетия в нашей Галактике сверхновые не наблюдались, и, чтобы ответить на этот вопрос, астрофизики обратились к наблюдениям вспышек в других галактиках.

В 1980 году вспыхнула сверхновая в галактике NGC 6946. В этой гигантской галактике уже наблюдались четыре вспышки сверхновых, во время которых рентгенов-



ское излучение не удалось зафиксировать. Пятая вспышка позволила обнаружить такое излучение. Через 35 дней после того, как вспышка прошла через максимум блеска, приборы, установленные на борту космической обсерватории «Эйнштейн», зарегистрировали рентгеновский поток на уровне $3 \cdot 10^{-8}$ стандартных единиц потока ($\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{Гц}$). Учитывая, что расстояние до галактики 10 Мпк, рентгеновская светимость сверхновой должна составлять $2 \cdot 10^{39}$ эрг/с. Оптическая светимость в то же время была в 3500 раз больше. Через 50 дней после максимума блеска сверхновой ее

рентгеновское излучение снизилось вдвое. Надежных спектральных измерений нет, известно лишь, что температура излучающей плазмы превышала $6 \cdot 10^6$ К. Так впервые было доказано, что вспышка сверхновой порождает излучение в очень широком диапазоне длин волн, вплоть до рентгеновского. *Astrophysical Journal Letters*, 1982, 253, 1.

АЛЬФА ЦЕНТАВРА — РЕНТГЕНОВСКИЙ ИСТОЧНИК

Точность и чувствительность рентгеновских наблюдений настолько возросли, что удается обнаруживать рентгеновское излучение таких звезд, как Солнце, и даже выявлять рентгеновское излучение от каждой из компонентов в кратной звездной системе.

Первый подобный эксперимент был осуществлен с борта космической обсерватории «Эйнштейн». Зеркальный рентгеновский телескоп

этой обсерватории был направлен на ближайшую к Солнцу систему α Центавра. Звезды, входящие в эту систему, обращаются друг около друга за 80 лет. Одна из звезд, компонент А, точная копия Солнца, а вторая (В) холоднее — ее спектральный класс К5. Как известно, система испускает слабое рентгеновское излучение. Но излучает одна из ее ярких звезд или обе?

В фокусе зеркала было построено изображение системы α Центавра с разрешением около $4''$, на котором ясно видны оба ярких компонента — А и В. Оказалось, что компонент В излучает в рентгеновском диапазоне почти втрое больше, чем его сосед. По мощности же излучения обе звезды очень похожи на Солнце. Среднее рентгеновское излучение Солнца составляет $2 \cdot 10^{27}$ эрг/с, а компонентов А и В соответственно $1,2 \cdot 10^{27}$ и $2,8 \cdot 10^{27}$ эрг/с. По-видимому, рентгеновское излучение генерируется в горячих коронах, окружающих звезды. Температура плазмы в горячих коронах звезд α Центавра ($2 \cdot 10^6$ К) такая же, как солнечной короны.

Astrophysical Journal Letters, 1982, 253, 1.

ЗВЕЗДЫ ОЧЕНЬ МАЛЫХ МАСС

Более десятилетия астрофизики пытаются обнаружить массивную невидимую корону у нашей и других галактик. Собрано немало теоретических и наблюдательных аргументов в пользу того, что такие короны существуют (Земля и Вселенная, 1975, № 3, с. 32—36. — *Ред.*). Но до сих пор не ясно: состоят они из слабых, невидимых в телескопы звезд, из газа или даже из нейтрино?

Многие астрофизики считают, что массивные короны галактик содержат звезды очень малых масс — менее 0,1 солнечной. Светимость таких звезд настолько мала, что обнаружить их на расстоянии даже нескольких парсек чрезвычайно трудно, а на межгалактических расстояниях просто невозможно. Как же получить искомое доказательство?

Американские астрофизики Р. Пробст и Р. О'Коннелл исследовали в инфракрасном диапазоне ближайшие к Солнцу двойные системы, в которые входят белые карлики. Поиск, как утверждают авторы работы, был полным вплоть до абсолютных звездных величин $20,7^m$ — таков предел применяемой техники.



Однако в этих системах не удалось обнаружить оптических звезд с абсолютной величиной слабее 16^m . По-видимому, звезд с абсолютной величиной больше 14^m в Галактике действительно мало. Такую величину имеют звезды, масса которых менее 0,1 солнечной. Согласно оценкам, средняя плотность столь немассивных звезд в окрестности Солнца не превышает 0,005 масс Солнца в 1 пк^3 . Это в 30 раз меньше, чем средняя плотность обычных звезд. По мнению Пробста и О'Коннелла, маловероятно, чтобы немассивные звезды вносили существенный вклад в массу невидимой короны нашей Галактики.

Astrophysical Journal Letters, 1982, 252, 2.

ОРИЕНТАЦИЯ ГАЛАКТИК В МЕСТНОМ СВЕРХСКОПЛЕНИИ

Астрономов давно интересует: случайным ли образом ориентированы галактики в пространстве? Группа астрономов из королевской обсерватории и университета в Эдинбурге (главном городе Шотландии) попыталась выяснить, как ориентированы ближайшие к нам галактики — члены Местного сверхскопления. Напомним, что так называется гигантская система, объединяющая несколько скоплений и множество одиночных галактик, в том числе и Местную группу, куда входит наша звездная система. Местное сверхскопление имеет сплюснутую форму, причем его плоскость симметрии почти перпендикулярна экваториальной плоскости Галактики, а центр Местного сверхскопления находится от нас на расстоянии около 15 Мпк, вблизи скопления галактик в созвездии Девы.

В последние годы уже предпринимались попытки определить ориентацию галактик в Местном сверх-

скоплении. Результаты оказались противоречивые: одни исследователи утверждали, что галактики вытянуты параллельно плоскости Местного сверхскопления, другие считали, что перпендикулярно, а третьи вообще не нашли у галактик предпочтительного направления ориентации.

Приступив к исследованию, эдинбургские астрономы отобрали только спиральные и неправильные галактики, расположенные от нас не далее 31 Мпк. У 727 таких галактик была измерена степень сплюснутости, а у 554 из них — определено направление оси, вдоль которой галактика вытянута. Оказалось, что галактики ориентированы не случайным образом: они, как правило, «вытянуты» параллельно плоскости сверхскоплений. Особенно четко этот эффект проявляется для галактик, находящихся высоко над плоскостью Сверхгалактики, и для спиральных галактик, повернутых к нам ребром.

В последнее время появились указания на то, что не только галактики, но даже скопления галактик несферической формы имеют взаимосвязанное направление ориентации. Так, в сверхскоплении галактик в созвездии Персея направление вытянутости входящих в него скоплений совпадает с направлением общей вытянутости сверхскопления.

Чем больше накапливается фактов подобного рода, тем крепче уверенность астрономов в том, что формирование структуры Вселенной шло от самых крупных объектов к меньшим: от сверхскоплений галактик к скоплениям и далее к отдельным галактикам. Если же предположить, что скопления галактик, а затем и сверхскопления формировались из уже готовых галактик, трудно понять, почему форма и ориентация галактик в пространстве связана с ориентацией их скоплений. Развитие структуры Вселенной от сверхскоплений к скоплениям и галактикам как раз и предлагает адиабатическая теория образования галактик, детально разработанная советскими астрофизиками под руководством академика Я. Б. Зельдовича (Земля и Вселенная, 1974, № 6, с. 18—22. — *Ред.*).

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 1982, 198, 2.



Инверсии магнитного поля Земли

Открытие инверсий геомагнитного поля — наверное, одно из самых значительных событий в геофизике за последнюю четверть века. Инверсии дают возможность с новых позиций подойти к созданию геохронологической шкалы и помогают изучать земное ядро.

ПОЛЮСА ПЕРЕМЕЩАЮТСЯ

Инверсией геомагнитного поля называют изменение магнитного момента Земли на обратный. При этом, естественно, меняются положения земных магнитных полюсов: южный перемещается на место северного и наоборот. Сам процесс изменения магнитного поля во время инверсии характеризуется тем, что геомагнитные полюса (которые при стационарном поле находятся в районе полюсов вращения Земли) «путешествуют» по ее поверхности. Полюс может оказаться в любом месте Земли. Конечно, термин «геомагнитный полюс» во время инверсии носит чисто условный характер. Известно, что стационарное геомагнитное поле близко к дипольному, поэтому для вычисления положения полюса по направлению вектора геомагнитного поля в каком-то месте на поверхности Земли используются закономерности дипольного поля. Но дипольно ли геомагнитное поле во время инверсии, мы не знаем. Скорее всего, оно недипольно. Поэтому вычисление места полюсов по дипольной формуле носит лишь формальный характер. Такие полюса называются «виртуаль-



Последовательные положения виртуальных геомагнитных полюсов на поверхности Земли во время инверсии (показаны белыми кружками, соединенными сплошной линией). Синие кружки, соединенные пунктирной линией, — положение полюсов на обратной стороне земного шара

ными» геомагнитными полюсами. Напряженность магнитного поля во

время инверсии падает примерно на порядок величины, и поле сильно колеблется. Период этих колебаний, по-видимому, составляет 5—10 тыс. лет. Инверсии геомагнитного поля происходили в истории Земли неоднократно, они повторялись каждые 2 млн. лет. Как можно доказать реальность инверсий?

Все горные породы обладают намагниченностью, которую они приобрели в магнитном поле Земли не в настоящее время, а в процессе сво-

его образования. Намагниченность любых ферромагнетиков, в том числе и входящих в состав горных пород, зависит не только от магнитного поля, но и от сопутствующих условий. Для изверженных пород играет роль высокая температура, для осадочных — то обстоятельство, что в процессе осаждения ферромагнитные частицы еще не сцементированы и могут свободно ориентироваться в магнитном поле (Земля и Вселенная, 1968, № 4, с. 15—18.—Ред.).

Возникновение намагниченности горных пород во время формирования самих этих пород многократно проверялось физическим экспериментом в лаборатории и было теоретически обосновано и даже проверено на образцах современных лав и осадков. И оказалось, что в геологических разрезах, в каком бы районе земного шара они ни находились и какими бы породами ни были сложены, обязательно чередуются слои с намагниченностью **двух противоположных направлений**. В молодых породах (они образовались, когда направление геомагнитной оси Земли совпадало с современным), исследователи фиксируют либо намагниченность по современному полю, либо противоположно ему.

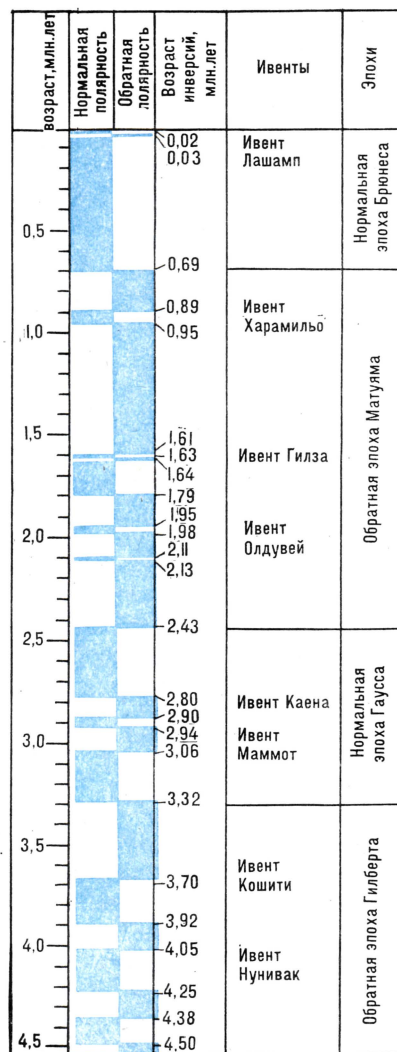
Когда это обнаружили, было выдвинуто предположение, что в прямом магнитном поле Земли может произойти самообращение намагниченности (возникновение намагниченности, противоположной намагничивающему полю). Дискуссия продолжалась около двадцати лет. В результате многочисленных экспериментов удалось выяснить: действительно, в некоторых «экзотических» случаях самообращение намагниченности возникает. Но для этого нужен особый, специальный состав ферромагнитной фракции в горных породах, крайне редко встречающийся. В то же время обратной намагниченностью обладают породы, имеющие простейший состав ферромагнитной фракции, например, только магнетит или только гематит.

Знак намагниченности может измениться на обратный даже в середине осадочной толщи или слоя лавовых потоков, хотя породы однородны по

составу и различаются только по возрасту. Вместе с тем породы совершенно разного состава и происхождения могут обладать одной и той же, как прямой, так и обратной намагниченностью. Было обнаружено, что обратно и прямо намагниченные породы занимают вполне определенное место в геологических разрезах. Скажем, все четвертичные породы в любом месте земного шара имеют прямую намагниченность, а породы, относящиеся к позднему третичному периоду, — обратную. Все это показывает: мы имеем дело с планетарным явлением — изменением магнитного момента Земли. А раз так, инверсии магнитного поля могут служить своеобразным **планетарным «геологическим репером»**, к которому можно привязывать с точностью до 10 тыс. лет события, происходившие на разных континентах в далеком прошлом. 10 тыс. лет длится процесс обращения магнитного поля.

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ И ВОЗРАСТ ПОРОД

Для последних 5,5 млн. лет время инверсий определили абсолютной датировкой, так что на этот срок палеомагнитный метод дает абсолютную геохронологическую шкалу. Ее называют шкалой Кокса по имени американского ученого — создателя шкалы. Шкала успешно используется геологами всего мира. На последние же 160 млн. лет была сделана попытка продатировать **магнитохронологическую шкалу**, используя линейные магнитные аномалии. Дело в том, что согласно гипотезе расширения океанического дна, базальты, изливавшиеся в центральной части рифтовой зоны, намагничивались в том поле, которое тогда существовало на Земле, а затем раздвигались в стороны. И теперь по ширине следующих друг за другом положительных и отрицательных магнитных аномалий можно определить время, когда были на Земле магнитные поля прямой и обратной полярности (Земля и Вселенная, 1969, № 3, с. 65—69.—Ред.). Гипотеза расширяющегося дна признается не всеми геофизиками и геологами, но ее подтверждает тот



Абсолютная магнитохронологическая шкала А. Кокса, которую используют для определения возраста геологических пород по инверсиям геомагнитного поля. Возраст (в млн. лет) в первом столбце шкалы определен с помощью калий-аргонового метода абсолютной датировки. Ивент — короткий интервал между двумя инверсиями геомагнитного поля (от английского event — случай, событие). Различным ивентам присвоены названия географических пунктов, где они впервые были обнаружены, эпохам — имена знаменитых ученых

факт, что инверсии геомагнитного поля, предсказанные по океаническим линейным аномалиям, потом были обнаружены и на геологических разрезах континентов.

Таким образом, мы располагаем 5,5 млн. лет абсолютной датировки возраста инверсий и 160 млн. лет датировки по линейным аномалиям. Магнитохронологическая шкала обладает тем преимуществом, что она годится для пород, не имеющих других возрастных признаков, например, для «немых» осадочных толщ. Магнитохронологическая шкала, в частности, успешно используется при поиске нефти и газа. В Советском Союзе А. Н. Храмовым, Э. А. Молостовским и Д. М. Печерским разработан другой вариант магнитохронологической шкалы — **магнитостратиграфическая**, в которой инверсии не имеют абсолютной датировки: их возраст устанавливается по палеонтологическим данным. Преимущество шкалы в том, что она разработана для всего фанерозоя, то есть для последних 600 млн. лет.

ИНВЕРСИИ И ЗЕМНОЕ ЯДРО

Открытие инверсий геомагнитного поля оказалось очень полезным для изучения процессов, происходящих в земном ядре, и для развития теории геомагнитного поля. Как известно, геомагнитная ось и ось вращения Земли близки по направлению. В настоящее время угол между ними составляет $11,5^\circ$. Это, естественно, наталкивало исследователей на мысль, что именно суточное вращение нашей планеты создает магнитное поле. Многие из подобных гипотез рассматривали также отрицательный электрический заряд на поверхности Земли. Он как будто бы не только вызывает магнитное поле при суточном вращении планеты, но и обеспечивает наблюдаемую в действительности полярность магнитного поля. Правда, оказалось, что величина заряда недостаточна, чтобы объяснить реальную величину поля. Тогда усилия исследователей сосредоточились на попытке показать, что внутри Земли существует разделение зарядов, при котором область избыточного

отрицательного заряда располагается близко к поверхности Земли. Гипотез было множество. И только открытие инверсий показало их полную несостоятельность. Действительно, можно придумать механизм разделения зарядов внутри Земли (хотя надежно не удалось сделать и этого), но нельзя предложить такой физически обоснованный механизм, по которому к поверхности Земли вытесняются то положительный, то отрицательный заряды. Тем более недопустимо предположение, будто суточное вращение Земли меняло свое направление, да еще многократно (Земля и Вселенная, 1978, № 1, с. 44—47.—Ред.).

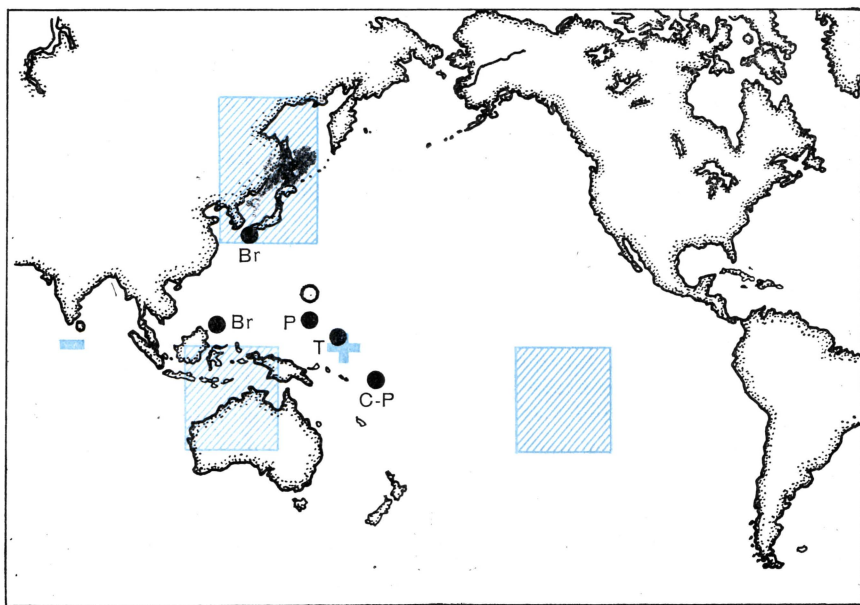
Таким образом, когда были открыты инверсии, стало ясно, что вращение Земли — не определяющий фактор, а только регулирующий процесс в ядре Земли. Все теории вращающихся зарядов были отвергнуты и стали развиваться теории, связанные с **магнитогидродинамикой**. Наиболее интересная в этом смысле теория происхождения магнитного поля принадлежит советскому ученому С. И. Брагинскому.

Работа магнитного динамо означает, что в жидком ядре вещество непрерывно перемещается. Следить за этими перемещениями позволяют

изменения магнитного поля на поверхности Земли. Можно оценить даже скорость этих перемещений, она составляет примерно 1 мм/с. Различные теории динамо рассматривают разный характер движения вещества в ядре; существуют варианты динамо на основе **крупномасштабных и мелкомасштабных движений**. Крупномасштабные характеризуются ли-

Проявление асимметрии геомагнитного поля.

Заштрихованные квадраты — места, где наиболее часто во время инверсий оказываются виртуальные геомагнитные полюса. Белый кружок — положение магнитного эпицентра (проекция магнитного центра на поверхность Земли) в наше время, черные кружки — положение его в далеком прошлом (Br соответствует эпохе Брюнеса — последним 700 тыс. лет; Р — пермскому периоду, 230—285 млн. лет; Т — триасовому периоду, 195—230 млн. лет; С — Р — периоду карбон-пермь, 230—350 млн. лет). Заштрихованный плюс в центре рисунка — положение максимального экваториального радиуса геоида, минус (слева) — положение минимального экваториального радиуса геоида



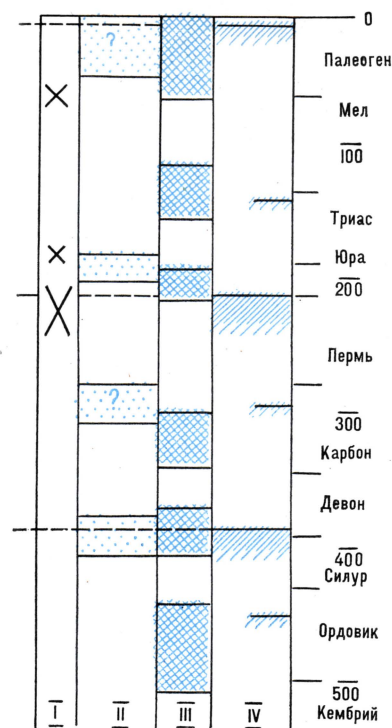
нейными размерами, соизмеримыми с «толщиной» земного ядра. Все исследователи инверсий убеждены, что в недалеком будущем можно будет на основании данных об инверсиях сказать, какое же динамо — крупномасштабное или мелкомасштабное — «работает» в жидком ядре Земли. Уже сейчас есть основания считать, что скорее всего там действует крупномасштабное динамо. Оно подобно тому, которое рассматривается в работах английского ученого Э. Булларда и советского ученого С. И. Брагинского и носит название «динамо Булларда — Брагинского».

Изучение инверсий геомагнитного поля дало магнитологам еще один интересный материал. Дело в том, что во время инверсий магнитное поле Земли перестает быть дипольным. Виртуальные магнитные полюса, которые вычисляют формально, не характеризуют реальных планетарных особенностей геомагнитного поля. Но они говорят о том, что в земном ядре развиваются процессы более интенсивные, чем при стационарном поле, и имеющие местный характер — развиваются **локальные неоднородности движений в земном ядре**. Оказывается, эти виртуальные полюса распределяются по поверхности неравномерно: имеются области, где они во время инверсий встречаются чаще всего. Это может означать, что жидкое ядро Земли не одинаково по своим характеристикам, в нем есть области более благоприятные для развития мелкомасштабной турбулентности в ходе инверсий. Магнитный центр (это центр диполя, положение которого подобрано так, что поле этого диполя наиболее точно описывает реальное магнитное поле Земли), как известно, не совпадает с центром Земли. Он смещен на несколько сотен километров, и это смещение сотни миллионов лет направлено в одну и ту же сторону. Это означает, что причина, вызывающая такое смещение, неизменна в течение сотни миллионов лет, то есть имеет геологическую, а не магнитную природу. Допустимо предположить, что ядро Земли несимметрично. Если к этому прибавить, что области преимущественного

расположения полюсов во время инверсий (как и магнитные эпицентры) тяготеют к району **наибольшего градиента экваториального радиуса геоида**, то можно предположить, что форма геоида обусловлена формой ядра, в какой-то мере повторяет ее. Таков первый интересный вывод о строении ядра, вытекающий из изучения инверсий.

Инверсии геомагнитного поля случаются в среднем раз в 2 млн. лет. Но это весьма грубое приближение. На самом деле частота инверсий циклична. Бывают эпохи, когда инверсии редки, либо, наоборот, довольно часты. Что значит редки? Это значит: несколько десятков миллионов лет подряд земное магнитное поле сохраняет один и тот же знак. Учащение — как раз то, что происходит в последнее время: примерно каждые полмиллиона лет происходит инверсия. В истории Земли были четыре таких цикла, каждый из них длился 200—250 млн. лет. Интересно, что эти циклы изменения частоты инверсий, характеризующие активность процессов в ядре, хорошо коррелируют с тектоническими процессами. Активность различных оболочек Земли взаимосвязана. Передача энергии от ядра к коре или от коры к ядру должна идти через мантию, то есть конвекция в мантии во времена частых инверсий окажется более интенсивной.

Есть еще одна особенность инверсий, которая пока не объяснена. В течение всего палеозоя резко преобладала обратная полярность, иными словами, на Земле существовало поле, направленное противоположно современному. В течение же всего мезозоя преобладало прямое поле, соответствующее современному. В кайнозой наблюдается знакопеременное поле, которое, как уже говорилось, примерно раз в полмиллиона лет меняет свою полярность. Объяснить такую **асимметрию поля** в палеозой и мезозой трудно. Было высказано предположение, что при резком изменении конвекции в мантии на границе палеозой — мезозой изменился тепловой баланс мантии между северным и южным полушариями Земли. Тепловой поток, на-



Сравнение эпох интенсивных процессов в земном ядре с эпохами тектонической активности. Пунктиром показаны границы трех основных циклов тектонической деятельности, характеризующих эволюцию верхних оболочек Земли. I — интенсивные магматические процессы, II — периоды перемещения среднего геомагнитного полюса в другую область на поверхности Земли, III — времена частых инверсий, IV — времена интенсивных тектонических процессов

правленный из одного полушария в другое, по всей видимости, приводит к изменению условий генерации магнитного поля. В зависимости от направления теплового потока магнитное поле определенного направления может оказаться более устойчивым.

Наверное, при дальнейшем изучении инверсий будут обнаружены еще какие-то их особенности. Решение существующих и новых проблем поможет еще глубже понять строение и эволюцию ядра Земли, а также суть процессов, протекающих в нем.

КАК ИЗМЕНЯЛСЯ КЛИМАТ ЗЕМЛИ В ПРОШЛОМ

Сотрудники Ленинградского отдела Института океанологии имени П. П. Ширшова — М. Я. Вербицкий и Д. В. Чаликов — получили оценки изменений климата в кайнозойскую эру, охватывающую последние 60—70 млн. лет жизни Земли. Авторы использовали модели атмосферы и ледникового покрова нашей планеты при определенных изменениях температуры океанской поверхности, в основе модели лежали стационарные уравнения переноса тепла и влаги, осредненные по широте и долготе. Предполагалось, что перенос тепла по меридиану осуществляется главным образом синоптическими возмущениями скорости, температуры и влажности.

Авторы установили, что 60—70 млн. лет назад климат Земли был теплее современного, широтные градиенты температуры выражены слабее и перенос тепла в атмосфере по меридиану проходил не так интенсивно. Ледники тогда занимали лишь небольшую область в центре Антарктиды. 38 млн. лет назад температура океанской поверхности понизилась: по-видимому, это было связано с образованием глубоководного пролива между Антарктидой и Австралией. В результате повсеместного похолодания и возникло обширное покровное оледенение Антарктиды.

12 млн. лет назад широтные градиенты температуры океанской поверхности стали более четкими (обычно это связывают с образованием глубоководного пролива Дрейка и завершением формирования Южного кругового течения). При этом в атмосфере возросли широтные градиенты температуры и более интенсивным стал перенос тепла по меридиану.

Доклады АН СССР, 1982, 263, 2.

ИССЛЕДУЮТСЯ КОСМИЧЕСКИЕ АНТИПРОТОНЫ

Антипротоны в космических лучах были открыты советскими, а вскоре после этого и американскими учеными (Земля и Вселенная, 1981, № 5, с. 23.—*Ред.*). Обнаруженные в этих экспериментах антипротоны имели энергию 2—5 ГэВ и 4,7—11,6 ГэВ соответственно. Появление антипротонов в космическом излучении объяснялось ядерными взаимодействиями галактических космических лучей с межзвездной средой. По расчетам, поток антипротонов должен значительно



уменьшиться при энергиях ниже 1 ГэВ.

Недавно американские исследователи А. Баффингтон, С. Шиндлер и К. Пеннипакер с помощью аппаратуры, установленной на баллонах, зарегистрировали антипротоны низких энергий. Отношение потока антипротонов к протонам в диапазоне энергий от 130 до 320 МэВ составило $(2,2 \pm 0,6) \cdot 10^{-4}$, что лишь немного меньше величины, полученной для антипротонов высоких энергий. Таким образом, энергетический спектр антипротонов подобен спектру протонов вплоть до энергий порядка 190 МэВ.

Если считать, что антипротоны рождаются в результате взаимодействия космических лучей высоких энергий с межзвездным газом, то ожидаемый поток антипротонов в диапазоне энергий 130—320 МэВ должен быть по крайней мере в 100 раз меньше. Откуда же тогда берутся античастицы?

Ответить на этот вопрос нелегко. В настоящее время высказано несколько предположений. Так, источниками антипротонов могут быть реликтовые черные дыры, образовавшиеся на начальной стадии расширения Метагалактики. Масса реликтовых черных дыр порядка 10^{14} г, а их концентрация — около 10^4 в 1 пк^3 . Другие возможные источники антипротонов — «молодые» сверхновые или взрывающийся раз в 10—50 млн. лет источник в галактическом центре.

Антипротоны могут также рождаться при распаде «космических» антинейтронов, появление которых, как предсказывают разрабатываемые в настоящее время теории, обусловлено процессом осцилляции нейтрон — антинейтрон.

Таковы теоретические предположения. Что касается самого эксперимента, то он требует подтверждения. И хотя он был поставлен весьма корректно, что не дает оснований сомневаться в его справедливости, тем не менее в ходе эксперимента было зарегистрировано всего ... 14

антипротонов. Регистрация антипротонов низких энергий возможна при запусках баллонов только в полярных районах Земли, где магнитное поле нашей планеты «разрешает» таким частицам приближаться к поверхности Земли.

Astrophysical Journal, 1981, 248, 1179.

ФУНКЦИЯ СВЕТИМОСТИ ПУЛЬСАРОВ

Полтора десятилетия прошло после открытия первого радиопульсара, сейчас их известно около 330. Однако многие загадки пульсаров так и остались неразгаданными. До сих пор не известны звезды — «родители» пульсаров. Может ли стать пульсаром звезда массой в 3—5 солнечных или это удел звезд более массивных? Чтобы ответить на этот вопрос, нужно знать, как распределены пульсары в Галактике, с каким типом звездного населения их можно сопоставить. Исследование этих проблем затруднено тем, что нет надежно измеренных расстояний до пульсаров.

Советские астрофизики О. Х. Гусейнов, Ф. К. Касумов и И. М. Юсифов попробовали оценить расстояния до 224 пульсаров, которые наблюдались во время последнего обзора неба, выполненного на австралийской радиоастрономической обсерватории Молонгто. Выбор материала обеспечил однородность, столь важную при статистических исследованиях. Но прежде чем определять расстояния, потребовалось выявить все возможные области ионизации между пульсаром и Землей — наличие или отсутствие мощных ионизированных облаков водорода сильно влияет на оценку расстояний до пульсаров.

Советские ученые построили карту распределения ионизированных облаков в Галактике, а затем нашли и расстояния до пульсаров. Удалось установить, что «родители» пульсаров — массивные голубые звезды. Кроме того, было выяснено, как варьируется с изменением светимости число наблюдаемых пульсаров. Прежние определения этой зависимости (функции светимости) оказались неточными. Новая функция описывает изменение числа пульсаров от минимальных ($3 \cdot 10^{28}$ эрг/с) до самых больших наблюдаемых светимостей. Пульсаров со светимостью меньше $3 \cdot 10^{28}$ не обнаружено. Вероятно, «молодой» пульсар светит ярко, но со временем его светимость падает, и наконец он попросту «выключается».

Астрономический журнал, 1981, 58, 5, 6



Доктор физико-математических наук
Б. Ю. ЛЕВИН

Комета Галлея — рядовой и уникальный объект Солнечной системы

Комета Галлея еще не видна даже в крупнейшие телескопы мира. Но мы знаем, что она находится сейчас за орбитой Сатурна и приближается к нам со скоростью около 15 км/с.

«ЗВЕЗДНЫЙ ЧАС» КОМЕТНОЙ АСТРОНОМИИ

15 августа 1682 года 26-летний астроном Э. Галлей открыл комету, которой суждено было сыграть большую роль в истории астрономии. Комета быстро увеличивала свой блеск, выбросила длинный роскошный хвост, но уже через месяц она настолько ослабела, что вновь стала недоступна наблюдениям.

В то время полагали, что кометы прскают в Солнечную систему из межзвездного пространства и после недолгого пребывания в нашей планетной системе навсегда покидают ее. Все когда-либо наблюдавшиеся кометы (а их число достигало уже многих сотен) считались разными. Закон всемирного тяготения только что был сформулирован, и сам Ньютон с целью его проверки сделал первую попытку определить орбиту большой кометы 1680 года. Он показал, что эта комета двигалась по сильно вытянутому эллипсу, едва отличимому от параболы.

Вычислительные трудности в конце XVII века были столь же велики, как и теоретические. Вычисления велись вручную, с помощью логарифмических и тригонометрических таблиц. Тем не менее к 1705 году Галлей, сумев преодолеть эти трудности,

вычислил орбиты двух десятков комет, основываясь на результатах их наблюдений.

Среди орбит, полученных Галлеем, три оказались удивительно похожими. Это были орбиты комет 1682, 1607 и 1531 годов. Галлей заподозрил, что в разные годы наблюдалась одна и та же комета: «...согласие элементов трех комет... было бы весьма странно, если бы это были три различные кометы, или если бы это не было возвращение одной и той же кометы с эллиптической орбитой, проходящей возле Солнца и Земли; если, следовательно, согласно нашему предсказанию, она появится около 1758 года, то потомство вспомнит, что этим открытием оно обязано англичанину». Это предсказание стало «звездным часом» кометной астрономии. Галлею не довелось дожить до возвращения кометы. Он умер в 1742 году в возрасте 86 лет. Но потомки не забыли того, кто открыл, наблюдал и впервые доказал периодичность движения кометы, носящей теперь его имя.

Галлей, конечно, обратил внимание на то, что период обращения кометы между тремя появлениями не оставался постоянным: между прохождениями перигелия в 1531 и 1607 годах прошло на 459 дней больше, чем между прохождениями в 1607 и 1682 годах. Причина этого оставалась не вполне ясной, а потому не удавалось точно предсказать дату следующего прохождения. Между тем шел уже 1758 год. Комета не появлялась, и становилось ясно, что она запаздывает. Требовалось детальное исследование возмущений, испытываемых кометой со стороны

26 октября 1982 года доктору физико-математических наук, профессору Борису Юльевичу Левину исполняется 70 лет. Б. Ю. Левин — один из крупнейших современных исследователей физики и динамики малых тел Солнечной системы. На протяжении многих лет он был ближайшим сотрудником академика О. Ю. Шмидта в разработке гипотезы образования нашей планетной системы. Борису Юльевичу принадлежат основополагающие исследования по физике комет и метеоров. Его работы стимулировали развитие ныне общепринятой ледяной модели кометного ядра. Он изучил проблему формирования планет-гигантов и показал, что из зоны, где они образуются, выбрасывалось в значительных количествах твердое вещество. Некоторая доля этого вещества пошла на формирование кометного облака Оорта.

Борис Юльевич — широко эрудированный и требовательный редактор. В 1974 году, когда в Академии наук был основан новый журнал «Письма в Астрономический журнал», Б. Ю. Левин стал его главным редактором. Он также бессменный член редколлегии нашего журнала со времени его организации.

Борис Юльевич пользуется большим авторитетом среди советских и зарубежных астрономов. За вклад в понимание происхождения Солнечной системы и планет Американская ассоциация содействия развитию науки удостоила его золотой медали имени Кеплера. Много лет Б. Ю. Левин входит в руководство комиссий по физике планет и по физике комет, астероидов, метеоритов Международного астрономического союза.

Редакционная коллегия и редакция журнала «Земля и Вселенная» поздравляют Бориса Юльевича с днем рождения, желают ему доброго здоровья и новых творческих успехов.



Комета Галлея над Иерусалимом (66 г.), по преданию, возвестившая о разрушении города римлянами в 70 году

планет. Методы учета планетных возмущений еще не были разработаны, и за эту трудную задачу взялся французский математик А. Клеро.

Настенный ковер, вытканый в память завоевания Англии норманнами, с изображением кометы Галлея (1066 г.)



Работа оказалась столь трудоемкой, что потребовалось привлечь помощников. Ими стали Г. Лепот, уже известная своими астрономическими вычислениями, и астроном Ж. Лаланд. «Комета, которую ожидают более года,— писал Клеро,— сделалась предметом более живого интереса, чем обыкновенно обнаруживается публикой к астрономическим вопросам. Истинные любители науки желают возвращения кометы, так как от этого последует блестящее подтверждение гипотезы... Но многие,

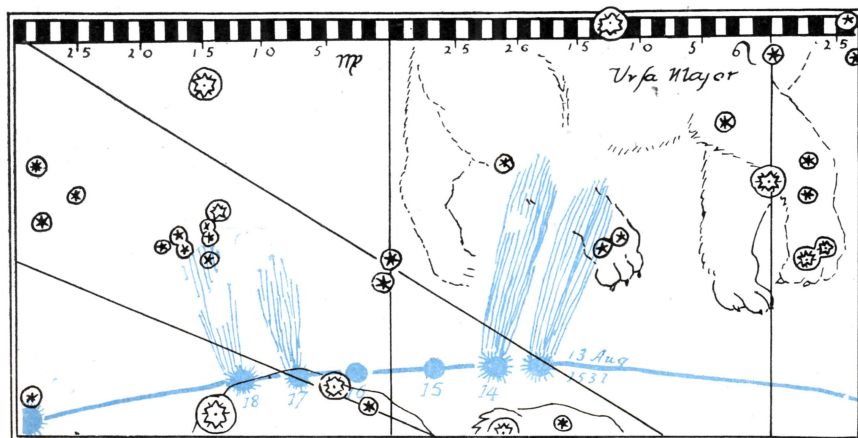
напротив, усмеваются, видя астрономов, погруженных в неизвестность и беспокойство, и надеются, что комета не вернется к Солнцу и что открытия как самого Ньютона, так и его последователей станут наравне с гипотезами, взлелеянными одной фантазией». Вычисления, завершившиеся спустя шесть месяцев в декабре 1758 года, показали, что комета задержится на 618 дней (с точностью до месяца): на 518 дней по вине Юпитера и на 100 дней по вине Сатурна.

25 декабря 1758 года И. Палич, любитель астрономии, крестьянин, живший недалеко от Дрездена, обнаружил наконец комету в небольшой телескоп. Через перигелий она прошла 19 марта 1759 года — всего на 32 дня раньше срока, предсказанного Клеро. «Но что означают 32 дня,— ликовал Лаланд,— сравнительно с периодом в 75 лет, двухсотую часть которого удалось только наблюдать и притом довольно грубо; остальные же 199 частей находятся вне пределов видимости. Что значат тридцать два дня для тяготения ко всем остальным светилам Солнечной системы, не принятого во внимание вычислением... Разница в 586 дней между последовательными обращениями этой кометы — разница, произведенная возмущающими силами



Фреска Джотто «Поклонение волхвов» с изображением кометы Галлея (1301 г.). Капелла Скровеньи в Падуе

Путь кометы Галлея
среди звезд в 1531 году
по наблюдениям П. Апиана



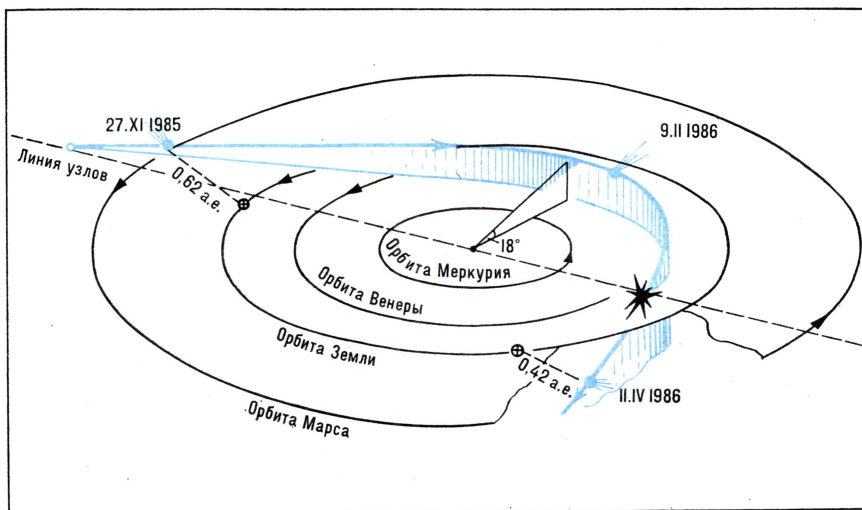
и относительно существования тех светил, которыми вызывается это влияние». Астрономы тщательно наблюдали комету, отдавая себе отчет в том, что предстоит рассчитывать ее очередное появление.

В течение следующих 75 лет усилиями П. Лапласа и Ж. Лагранжа были заложены основы небесной механики. Получили широкое распространение телескопы В. Гершеля. Были выявлены и успешно наблюдались многие периодические кометы. В 1817 году Академия наук в Турине объявила конкурс на лучший учет возмущений, испытанных кометой Галлея с 1759 года. Премию получил французский астроном М. Дамуазо, который с учетом возмущений от всех планет (кроме Меркурия, но включая открытый к этому времени Уран) предсказал прохождение кометой перигелия 4 ноября 1835 года. Понтекулан назвал 7 ноября, а Розенбергер — 26 ноября. Однако затем Понтекулан повторил вычисления, приняв массу Юпитера равной $1/1054$ массы Солнца, вместо прежнего значения $1/1070$, и получил новую дату — 15 ноября. Комета была открыта 6 августа в Риме Дюмушелем и 20 августа в Дерпте В. Я. Струве. В октябре она стала особенно красивой, достигла 1^m и имела хвост длиной около 20° . Перигелий комета прошла 16 ноября, и это незначительное запаздывание (всего на сутки) позволило Понтекулану уточнить массу Юпитера и принять ее равной $1/1049$. (Напомним, что ее действительное значение $1/1047,58$.)

Прошло еще три четверти века, и новое поколение астрономов готовилось к наблюдениям кометы Галлея. Открытие Нептуна позволило английским астрономам П. Коуэллу и Э. Кроммелину, учитывая возмущения и со стороны этой планеты, предсказать прохождение кометой перигелия с точностью до трех часов. Они же предприняли фундаментальное исследование прошлых появлений кометы — вплоть до 240 года до н. э., сравнив дошедшие до нас описания кометы или ее изображения с ожидаемыми на основании расчетов. Менее уверенно комета

В 1910 году комету Галлея впервые сфотографировали. Комета была открыта 11 сентября 1909 года в Гейдельберге М. Вольфом, позднее ее обнаружили на фотографиях полученных 24 августа в Хелуане (Египет) и 9 сентября в Гринвиче, когда она была приблизительно 16^m . В конце мая — начале июня 1910 года блеск кометы был около 1^m , а ее хвост вытянулся примерно на 30° , затем она ослабела, но наблюдалась еще до 16 июня 1911 года. В это время комета находилась за орбитой Юпитера, на расстоянии 5,4 а. е. от Солнца. Перигелий был пройден ею 19 сентября 1910 года. На обсерваториях и в специальных экспедициях проводились визуальные, фотографические и спектральные наблюдения кометы, давшие богатый материал как для расчетов ожидаемого теперь ее следующего появления, так и для понимания сущности физических явлений, наблюдавшихся у кометы Галлея и других комет.

Комета Галлея движется в Солнечной системе по обычной для комет сильно вытянутой эллиптической орбите. Большая полуось орбиты составляет около 18 а. е., эксцентриситет 0,97, наклонение 162° . Это значит, что движение кометы обратное, то есть она движется в направлении, противоположном тому, в каком кружатся около Солнца планеты Солнечной системы. Лишь небольшой перигелийный участок кометной орбиты слегка приподнят над плоскостью эклиптики. Перигелий находится между орбитами Меркурия и Венеры, на расстоянии 0,587 а. е. от Солнца. Афелий расположен между орбитами Нептуна и Плутона, глубоко под плоскостью эклиптики — на расстоянии 10 а. е. от нее.



район предполагаемой встречи
кометы с космическими
аппаратами, которые будут
исследовать комету Галлея

промежутка времени, превышающего два тысячелетия. Обратное движение и своеобразное расположение орбиты предохраняют комету от слишком сильных возмущений со стороны планет, а большой период обращения вокруг Солнца делает эти возмущения редкими. Тем не менее из-за таких возмущений период обращения кометы менялся от 74 до 79 лет.

Наиболее яркой комета наблюдалась в 837 году, когда находилась на минимальном за всю историю наблюдений расстоянии от Земли (0,04 а.е.). Ее видимая звездная величина 11 апреля 837 года достигала $-3,5^m$, поперечник комы (видимой части газовой-пылевой оболочки кометы) составлял 400 000 км, а хвост простирался более чем на 90° .

Небольшое ядро кометы размером в несколько километров вращается вокруг своей оси в прямом направлении, совершая один оборот за 10,3 часа. В 1910 году в спектре кометы наблюдались полосы, принадлежащие молекулам CH , CN , C_2 , C_3 , CO^+ , N_2^+ , а также D-линия натрия. Различались хвосты двух типов — прямолинейный и слегка искривленный.

С кометой связаны два активных метеорных потока, наблюдаемых уже в течение тысячелетия. Один из них — η -Аквариды — действует в начале мая, другой — Ориониды — в конце октября.

ПРИРОДА КОМЕТЫ

После появления кометы Галлея в 1835 году Ф. Бессель в статье, посвященной ее наблюдениям и опубликованной в 1836 году, высказал соображения о том, что ядра комет состоят из летучих веществ, легко переходящих в «состояние возгонки». По существу Бессель сформулировал представление о ледяной природе кометных ядер, хотя и не применял при этом термин «лед». Он писал: «...почти необъятно большое пространство, которое заполняют собой хвосты у многих комет, в сочетании с вероятно крайней малостью их масс... ука-

зывает, что вещество комет обладает свойством неограниченно расширяться. Обладать первоначально только этими свойствами кометная масса не может; по меньшей мере она не может быть веществом, не имеющим плотности, когда оно не испытывает давления, ибо такое вещество, очевидно, полностью рассеялось бы. Но я не вижу никаких трудностей в предположении, что кометы состоят из частей, которым не хватает лишь немного тепла..., обладание которым необходимо им, чтобы стать летучими. То, что улетучивание прежде всего проявляется на частях поверхности, прямо обращенных к Солнцу, и то, что по мере приближения к Солнцу и нарастания длительности его воздействия улетучивание усиливается и распространяется на все большую часть поверхности, соответствует ожидаемому, согласно этому, предположению... То, что улетучивание, вследствие связанной с ним потерей тепла, может быть средством, защищающим некоторую часть кометной массы от рассеяния, отмечалось, если я не ошибаюсь, еще Лапласом».

Лаплас действительно писал о «ледяной» (по современной терминологии) природе кометных ядер в «Изложении системы мира». В конце XVIII века он вместе с А. Лавуазье проводил калориметрические опыты, результаты которых были тогда же опубликованы. Через четверть века Лаплас вернулся к этим результатам, применил их к ядрам комет, и в третьем издании «Изложения системы мира» (1808 г.) появились новые разделы. «Какова бы ни была природа тепла, — подчеркивал Лаплас, — мы твердо знаем, что оно расширяет все тела и что оно переводит большое число твердых тел в жидкие, а жидкие в пары... Существуют тела, которые не могут становиться жидкими при помощи самого большого тепла, которое мы только можем возбуждать. Существуют другие, которые самый большой холод, испытываемый ими на Земле, не может превратить в твердое состояние; таковы флюиды, образующие нашу атмосферу, которые, несмотря на давление, которым их

подвергали, оставались до сих пор в состоянии паров. Но... эти флюиды являются просто чрезвычайно летучими веществами. Для того, чтобы превратить их в это (твердое. — Б. Л.) состояние, хватило бы удалить Землю от Солнца; подобно тому, как хватило бы их сближения, чтобы заставить воду и многие другие тела войти в нашу атмосферу. Такие большие изменения имеют место на кометах, которые подходят близко к Солнцу в своих перигелиях. Туманности, которые их окружают, являются результатом испарения жидкостей на их поверхности; охлаждение, которое при этом получается, должно умерять чрезмерный жар, связанный с их близостью к Солнцу...».

К сожалению, эти здравые мысли не оказали полезного влияния на развитие взглядов о природе кометных ядер. Они были повторены в четвертом издании «Изложения системы мира» (1813 г.), но из пятого издания (1824 г.) Лаплас изъясил их, так как собирался написать на эту тему специальный трактат. Трактат остался ненаписанным (Лаплас умер в 1827 г.), а в посмертных изданиях «Изложения системы мира», в том числе и во всех опубликованных переводах с французского, изъятый текст не был восстановлен. По-видимому, он остался не известен никому, кроме Бесселя. Можно пожалеть также, что процитированный выше отрывок из статьи Бесселя не привлек внимания исследователей комет.

Ряд событий в XIX веке надолго предопределил ошибочное представление о природе кометных ядер: было открыто кольцо астероидов, осознана космическая природа падающих на Землю метеоритов и, наконец, обнаружена связь комет с метеорными потоками. Происхождение метеоритов связали с кометами, и потому кометные ядра стали считать каменными телами. Более того, основываясь на случаях распада комет и образования из них метеорных потоков, полагали, что ядра комет состоят из роя или конгломерата каменных тел и пыли. Но в 1950 году это представление было

раскритиковано советским астрономом А. Д. Дубяго, доказавшим, что такой рой неустойчив.

Тогда же, в 1950 году, появилась работа американского астронома Ф. Уиппла, в которой он развивал идею о ледяном составе кометных ядер. Эта идея, подхваченная многими исследователями, вскоре завоевала всеобщее признание. В течение последующих тридцати лет были уточнены, конкретизированы и дополнены наши представления о строении кометных ядер, объяснено их происхождение в рамках космогонии Солнечной системы.

Ядра комет представляют собой грязный лед (или снег). $\frac{2}{3}$ массы кометного ядра должно приходиться на долю водяного льда (снега) и льда (снега) из CO или CO₂ с примесью льдов других газов, $\frac{1}{3}$ — на долю каменных веществ. В каменной составляющей кометных ядер так же, как в каменном веществе Земли, астероидов и других членов Солнечной системы, несомненно присутствовали (и частично еще сохраняются) небольшие количества радиоактивных элементов. В далеком прошлом благодаря выделению радиоактивного тепла температура кометных недр повышалась, но из-за обилия таких хороших поглотителей тепла, как лед, — всего на несколько десятков градусов. Само присутствие в кометных ядрах весьма летучих льдов показывает, что их внутренняя температура никогда не превышала 100 К.

Кометные ядра образовались во внешних, далеких от Солнца и холодных частях кометного облака. Здесь межзвездные пылинки, из теряя летучие вещества, по мере того, как облако уплотнялось, слигались в снежинки, которые затем объединялись в крупные тела. Возмущения со стороны планет-гигантов, выраставших в той же области из таких же ледяных тел, перевели огромное их число на почти параболические орбиты, сформировав облако Оорта. Это облако, поперечником около 10^5 а. е., содержит порядка 10^{11} ледяных тел. Они обращаются вокруг Солнца с периодами 10^6 — 10^7 лет и недоступны наблюдениям даже в пе-

ригелиях своих орбит, лежащих вдали от Солнца. Исключение составляют лишь те, которые под действием возмущений от ближайших звезд проникают во внутренние районы Солнечной системы. После благоприятных сближений с планетами-гигантами они начинают двигаться по эллиптическим орбитам. Когда-то в прошлом это произошло, вероятно, и с кометой Галлея.

Большая часть кометных ядер имеет поперечники километровых размеров. Однако среди них, как и среди астероидов, должны встречаться немногочисленные крупные тела размером в сотни и тысячи километров. К ним, возможно, относится и Хирон (Земля и Вселенная, 1980, № 6, с. 5—9.—Ред.), поперечник которого по уточненным данным порядка 400 км.

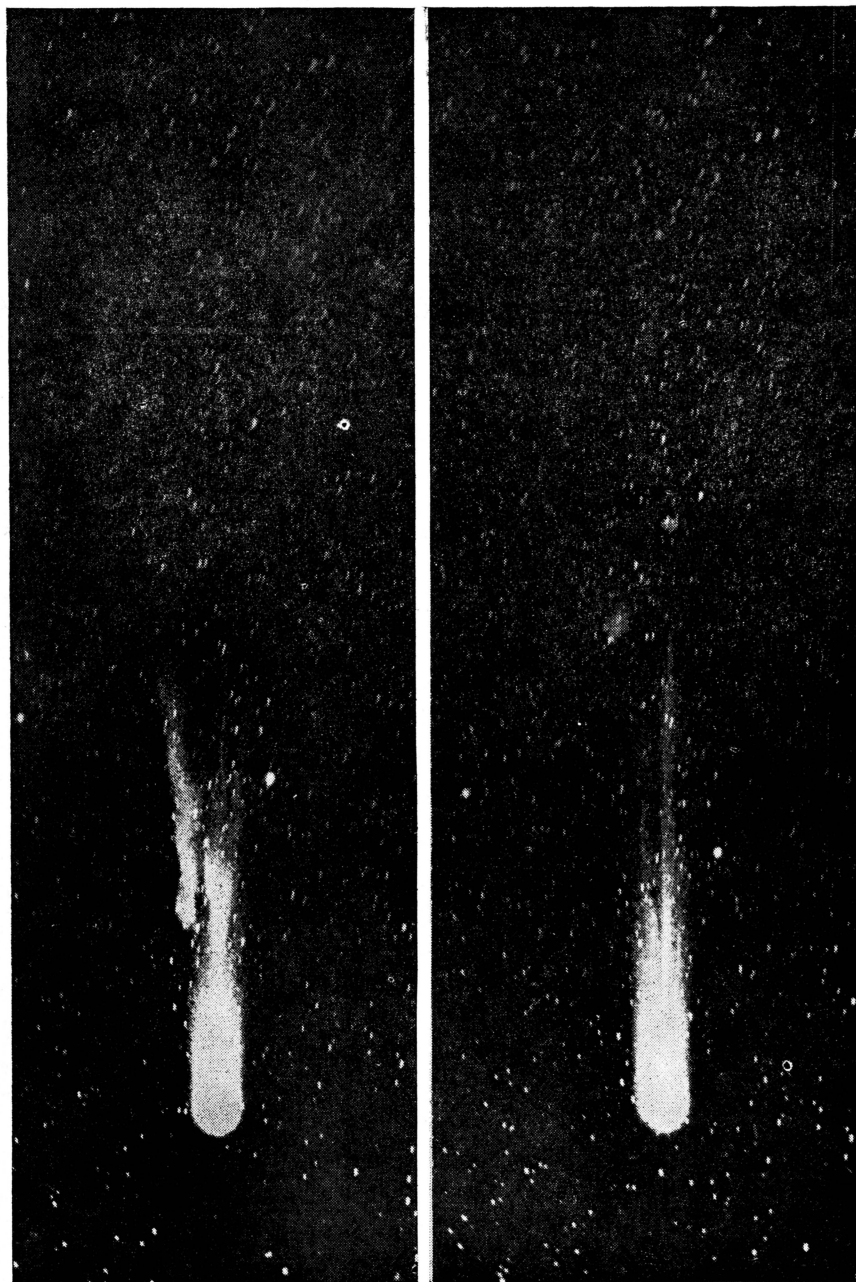
Ядро кометы Галлея (как, впрочем, и других комет) наблюдать не удастся: оно скрыто продуктами испарений, когда приближается к нам, и слишком мало, чтобы его можно было увидеть, когда удаляется от Солнца настолько, что испарение практически прекращается. На основании косвенных данных размеры ядра кометы Галлея оцениваются приблизительно в 5 км.

Испарение летучих веществ из кометного ядра начинается на расстоянии 4—5 а. е. от Солнца. Выделяющиеся газы увлекают с собой каменные и ледяные пылинки и создают вокруг ядра туманную оболочку — голову, или видимую часть атмосферы кометы. Атмосфера кометы, расширяясь в межпланетной среде, которую можно считать вакуумной по отношению к кометной атмосфере, непрерывно рассеивается в пространстве и существует лишь, пока газы выделяются из ядра. Ионизированные газы (возникающие в результате фотоионизации и фотодиссоциации паров) и тонкая пыль уносятся из головы в сторону, противоположную Солнцу. В результате взаимодействия в основном с солнечным ветром ионизированный газ истекает из ядра в прямолинейный плазменный хвост I типа, пыль под действием светового давления формирует, отставая от плазмы,

слегка искривленный хвост II типа. Если же из ядра одновременно выделяется облако пылинок, то создается еще один, сильно искривленный хвост III типа. У кометы Галлея наблюдались хвосты I и II типов. Хвост III типа был замечен только во время появления 1835 года, но неуверенно.

У больших комет поперечник головы нередко достигает 10^5 — 10^6 км, длина хвоста 10^6 — 10^7 км, и они оказываются целиком погружены в оболочку атомарного водорода, размеры которой превышают 10^7 км. Вещество в голове и хвостах крайне разрежено и составляет ничтожную долю той массы, которая заключена в их источнике — ледяном ядре. Поэтому звезды легко просвечивают сквозь кометы. В 1835 году В. Я. Струве наблюдал «покрытие» звезды самой плотной центральной частью головы кометы Галлея и не обнаружил ни малейшего ослабления звездного блеска.

На расстояниях менее 2—2,5 а. е. от Солнца активность кометного ядра связана с сублимацией водяного льда, а на больших расстояниях — с сублимацией льда из CO₂ и других более летучих льдов. На расстоянии земной орбиты скорость сублимации водяного компонента порядка 10^{18} молекул/см²·с. Поэтому кометы, имеющие перигелий вблизи земной орбиты, за одно прохождение теряют наружный слой толщиной в несколько метров, а редкие кометы, пролетающие через солнечную корону, — слой толщиной в сотни метров. Уменьшением размеров ядра объясняется (по крайней мере частично) постепенное падение активности, хорошо известное у короткопериодических комет. Тот уровень, на котором в прошлом проводились астрономические наблюдения, не позволяет детально проследить, как изменялась активность кометы Галлея, хотя и есть указания, что раньше комета была активнее. Однако можно полагать, что за 29 прошедших появлений ядро кометы уменьшилось примерно на километр и, если верны оценки его современного поперечника, оно потеряло добрую половину своей массы.



Фотографии кометы Галлея 6 и 7 июня 1910 года, иллюстрирующие быстрые изменения в ее хвосте

Голова и хвосты кометы быстро «откликаются» на процессы, происходящие на поверхности ее ядра. Когда изменяются интенсивность испарения и состав испаряющихся льдов, у кометы наблюдаются излия-

ния, струи, клочковатые образования, сопровождающиеся вспышками и пульсациями блеска. Все эти особенности характерны для кометы Галлея. В 1910 году отмечались явления, которые свидетельствуют, что ядро кометы неоднократно дробилось, или вернее, от него отделялись не слишком крупные, быстро испарявшиеся куски.

Спектральные исследования и ра-

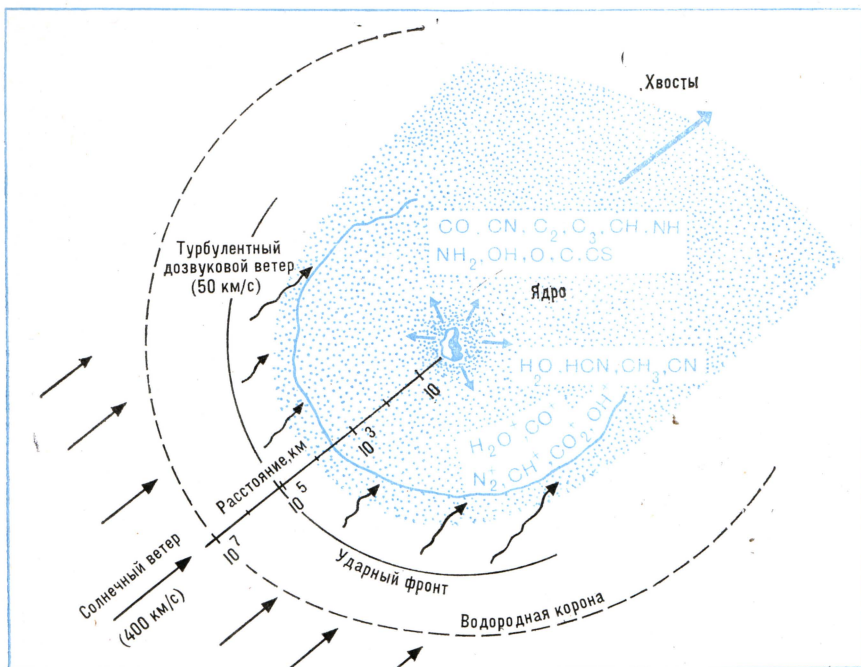
дионаблюдения выявили в головах комет разнообразные атомы и их соединения: H , O , C , S , CS , OH , C_2 , C_3 , CN , CH , CO , NH , NH_2 , CO_2 , H_2O , HCN и CH_3CN . Сложные молекулы, входящие в состав ядра, распадаясь после испарения, оказываются родительскими по отношению к части простым молекул, обнаруживаемых в голове. В хвостах I типа, как и следовало ожидать, наблюдаются ионизированные радикалы: CO^+ , CH^+ , C^+ , CN^+ , N_2^+ , CO_2^+ , OH^+ и H_2O^+ . Ближе 0,7 а. е. от Солнца в спектрах комет появляются линии натрия, образующего иногда самостоятельный хвост. В редких случаях у комет, особенно близко подлетающих к Солнцу, происходят сублимации каменных пылинок и наблюдаются линии железа и других нелетучих элементов.

О присутствии в кометах ядовитого циана было известно уже в 1910 году. Когда из расчетов стало ясно, что Земля пройдет сквозь хвост кометы Галлея, началась паника. Напрасно астрономы доказывали, что вследствие крайней разреженности кометного вещества нет никакой опасности для жителей Земли, защищенных ее атмосферой. Земля действительно около 18 мая 1910 года погрузилась в хвост кометы, и никто этого попросту не заметил.

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ

Световое давление увлекает из головы в хвост кометы только самые мелкие пылинки: у них велико отношение сечения к массе и потому они обладают большой «парусностью». На движение крупных частиц свет не оказывает практически никакого действия. Обладая едва отличными от ядра скоростями орбитального движения, они продолжают двигаться практически по той же орбите. Малое различие в скорости орбитального движения приводит лишь к тому, что одни частицы постепенно обгоняют ядро, другие — отстают от него. Распространяясь вдоль всей эллиптической орбиты, они образуют метеорный рой.

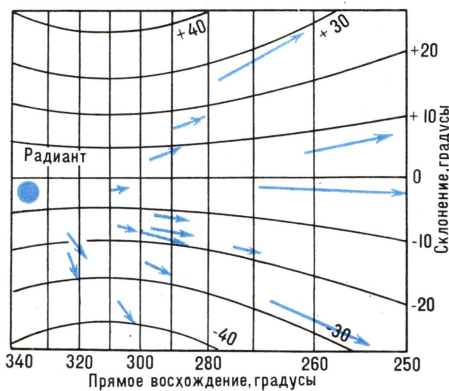
Связь метеорных роев с кометами



Модель головы кометы (схема)

установлена всего в нескольких случаях: редкие кометы пересекают плоскость эклиптики вблизи земной орбиты. Пока еще сохраняются кометы — родоначальники потоков Персеид, Леонид и нескольких других.

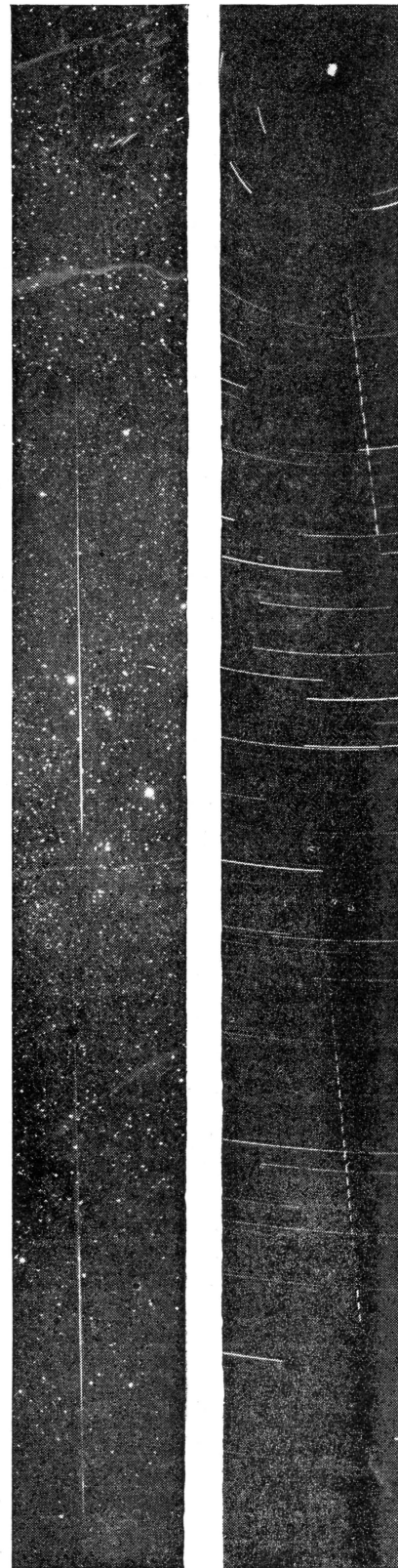
Комета Галлея — объект исключительный: Земля дважды в год пересекает созданный кометой метеорный рой. В одном случае наблюдается поток Майских Акварид, в другом — поток Орионид. Частицы, движущиеся в рое по квазипараллельным траекториям, порождают в земной атмосфере метеоры, которые кажутся разлетающимися из одной точки — радианта. Положение радианта в созвездии Водолея и Ориона определяет название потока. Оба потока относятся к числу наиболее активных, хотя пространственная плотность тел в наблюдаемой части роев невелика: в кубе с ребром в 1000 км находится всего несколько частиц миллиметровых и больших размеров (в рое Персеид, наблюдающемся в августе, плотность частиц в 10 раз выше).

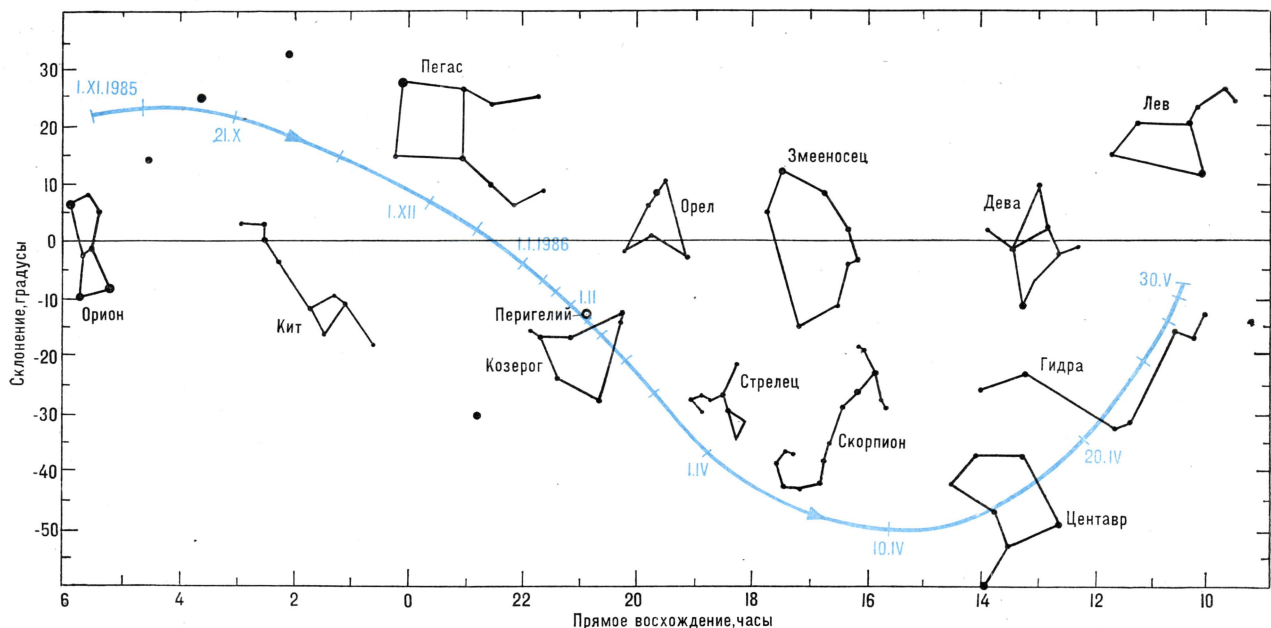


Майские Аквариды 3/4 мая 1962 года по визуальным наблюдениям, проведенным А. Н. Симоненко в Ашхабаде.

Метеоры показаны стрелками

Фотографии двух Орионид, полученные 22 октября 1962 года в Институте астрофизики АН ТаджССР. Правый снимок сделан в Душанбе неподвижной камерой, следящей за звездами. Камера снабжена obtюратором (вращающиеся лопасти), создавшим перерывы на изображении метеоров. Левый снимок получен гидрируемой камерой из пункта, удаленного от Душанбе на 14 км. По смещению метеоров определен их радиант





Видимый путь кометы Галлея среди звезд в 1985—1986 годах

Возраст роя, связанного с кометой Галлея, превышает возраст всех остальных: первые упоминания Майских Акварид относятся к 401 году, Орионид — к 585 году. Изменения активности обоих потоков в годы, предшествующие появлению кометы, и в последующие представляют большой интерес, поскольку могут дать ценную информацию об интенсивности выделения ядром крупных каменных частиц и об их рассеянии в рое. Изучение метеоров и, в частности, их спектров — еще один путь исследования каменной составляющей ядра кометы.

ПРЕДСТОЯЩЕЕ ПОЯВЛЕНИЕ

В настоящее время комета Галлея (точнее, кометное ядро, так как испарение летучих веществ еще не происходит) слишком слаба для наблюдений. По-видимому, она слабее 25^м. Ожидается, что в конце 1984 года комета станет доступна фотографированию на крупнейших телескопах мира, в ноябре 1985 года — наблюдениям в бинокль, в декабре — простым глазом. Однако ее блеск вряд ли превзойдет 4^м. Перигелий комета пройдет 9 февраля 1986 года и, проецируясь на небо в окрестностях Солнца, в это время не будет видна. Затем комета начнет вос-

ходить перед рассветом и, оставаясь слабой, развернет хвост длиной в 20—40°. Однако она будет находиться далеко к югу от небесного экватора, и жители северных районов нашей страны смогут любоваться лишь ее хвостом. Между тем в Австралии комета будет видна вблизи зенита и, возможно, окажется очень красивой. В конце апреля положение кометы станет благоприятнее для наблюдений, но она начнет ослабевать и постепенно скроется из виду, чтобы появиться снова только в 2061 году. И даже самые юные читатели журнала едва ли смогут увидеть ее во второй раз.

Кометы — весьма заманчивый объект для космических исследований. Они состоят из наименее измененного вещества протопланетного облака. Вещество комет резко отличается от всего, изученного до сих пор. Космический эксперимент может ответить на вопросы о происхождении комет и самой Солнечной системы, о структуре и процессах формирования льдов и межзвездной пыли, из которых состоят кометы, и, наконец, о поведении летучих ве-

ществ в открытом космосе. Разумеется, целесообразно исследовать активную комету, а поскольку подготовка эксперимента — длительная процедура, удобнее изучать комету на эллиптической орбите. Такова комета Галлея.

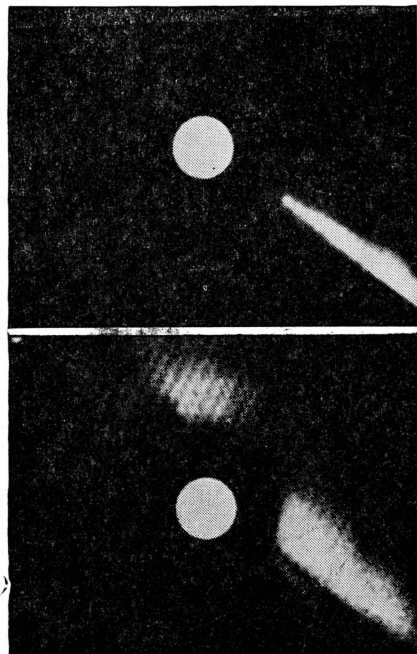
В настоящее время активно обсуждаются проекты полета к комете Галлея. Европейское космическое агентство готовит проект «Джотто» (названный в честь флорентийского художника XVI века, оставившего нам изображение кометы Галлея на одной из своих фресок). Еще один проект «Планета-А» разрабатывается в Японии. Советские ученые совместно со своими коллегами из стран социалистического содружества, Франции, Австрии и ФРГ разрабатывает проект «Вега». В названии проекта первые две буквы заимствованы у названия планеты Венера (на которую по пути будет доставлен спускаемый аппарат), остальные — у названия кометы Галлея. Проекты предусматривают, что аппараты, оснащенные научными приборами, встретятся с кометой вскоре после перигелия, пройдут на различных, но довольно близких друг к другу расстояниях от кометы и передадут на Землю ценную информацию об этом интересном объекте Солнечной системы.

КОМЕТА СТОЛКНУЛАСЬ С СОЛНЦЕМ

С конца XVII века около десяти комет подходили к Солнцу на какие-нибудь десятки тысяч километров. Кому 1945 VII наблюдали вплоть до максимального сближения с Солнцем, после чего она исчезла из поля зрения, и ее окончательная судьба осталась неясной. По расчетам, она прошла в 250 000 км от поверхности Солнца.

Известная комета Икея — Секи (1965 VIII) прошла на расстоянии менее 500 000 км от поверхности Солнца. В это время в ее спектре были видны линии излучения металлов, частицы которых испарялись с поверхности кометного ядра под действием солнечного излучения. Но эта комета, благополучно пролетев сквозь солнечную корону, обогнула Солнце и удалилась от него по довольно вытянутой орбите. Такие кометы получили название «задевающих Солнце».

Фотографии, запечатлевшие столкновение кометы с Солнцем 30 августа 1979 года. Вверху — комета приближается к Солнцу. Светлый диск на фотографии соответствует положению и размерам Солнца. Само же Солнце заслонено «искусственной луной» коронографа. Внизу — гало, образовавшееся после столкновения кометы с Солнцем



В 1982 году сотрудник Морской исследовательской лаборатории США доктор Д. Мичелс впервые с несомненностью установил факт столкновения кометы с Солнцем. Эта комета, не обнаруженная приборами наземных обсерваторий, была сфотографирована в 1979 году с борта искусственного спутника Земли, который оборудован коронографом.

На последовательных кадрах, сделанных 30 августа 1979 года, различимы голова и хвост кометы, приближающейся к Солнцу, затем видна голова кометы непосредственно у края солнечного диска и, наконец, только хвост кометы. На снимках, полученных после того, как комета исчезла из поля зрения коронографа, заметно гало, обрамляющее солнечный диск. По мнению доктора Б. Марсдена, главным свидетельством в пользу столкновения служит не гало вокруг Солнца, а то, что комета так и не появилась по другую сторону светила.

Science News, 1981, 120, 16.

ПРОЕКТ НАСА НЕ ОСУЩЕСТВИТСЯ

Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства США (НАСА) готовилось к встрече с кометой Галлея. Был разработан проект полета к комете, получивший название НІМ (Halley Intercept Mission, что означает Миссия перехвата Галлея). Исследователи неоднократно обращались к конгрессу США с просьбой субсидировать проект. Еще осенью 1980 года, несмотря на то, что правительство не только не увеличивало, но все больше сокращало бюджет НАСА, у исследователей продолжала теплиться надежда: ведь НІМ оставался последним проектом, не преследовавшим никаких военных целей. Через журнал «Astrophysics» они обратились к читателям с просьбой оказать дополнительную финансовую поддержку проекту исследований кометы Галлея, подчеркивая, что следующая возможность представится человечеству только через 76 лет. Граждане США уже поддержали подобным образом проект «Викинг»: в 1980 году более 10 000 американцев передали НАСА из собственных карманов в среднем по 10 долларов.

Конгресс США отказался финансировать новую важную и интересную научную программу НАСА. Единственно, на что еще могут рассчитывать американские ученые, так это на то, что им позволят принять участие в зарубежных проектах.

Astronomy, 1981, 9, 11.



ПРОИСХОЖДЕНИЕ ХАРОНА

Внимание астрономов привлекает ряд особенностей, присущих Харону — спутнику Плутона (Земля и Вселенная, 1979, № 2, с. 40—41. — *Ред.*). Масса этого спутника очень мала (значительно уступает лунной). Время же, которое уходит на полный оборот Харона вокруг Плутона и вокруг своей оси (6,39 суток), можно считать излишне большим.

Еще в 1936 году была высказана гипотеза, согласно которой Плутон первоначально представлял собой спутник Нептуна, каким-то образом позднее превратившийся в планету с собственной околосолнечной орбитой. Анализ наблюдений, выполненный недавно сотрудником Ликской обсерватории (США) Д. Лином, показал, что если бы Харон обращался вокруг Плутона, когда последний был еще спутником Нептуна, приливное воздействие Нептуна неминуемо привело бы к столкновению Плутона с Хароном примерно через 1 млн. лет после их возникновения.

Такое утверждение не устраняет возможности образования системы Плутон—Харон в то время, когда Плутон уже покидал околонептуновую орбиту. Но оно снижает правдоподобность гипотезы, утверждающей будто Плутон вместе с Хароном был двойным спутником Нептуна.

Как отметил Лин, отношение масс Харона и Плутона составляет около 1:10, что в 8 раз превышает соответствующую величину для системы Луна — Земля. Угловой момент системы Плутон—Харон также необычайно велик. Это позволило высказать предположение, что Плутон и Харон когда-то представляли собой единое тело, вращавшееся очень быстро. Из-за этого оно в конце концов разделилось на две части. Как следует из этой модели, в подобном случае одно из образующихся небесных тел должно быть в 10 раз массивнее другого, что и наблюдается в системе Плутон—Харон. Каким образом протоплутон приобрел столь большую скорость вращения, остается неясным.

New Scientist, 1981, 93, 1288.



Доктор технических наук
Г. С. ВЕТРОВ

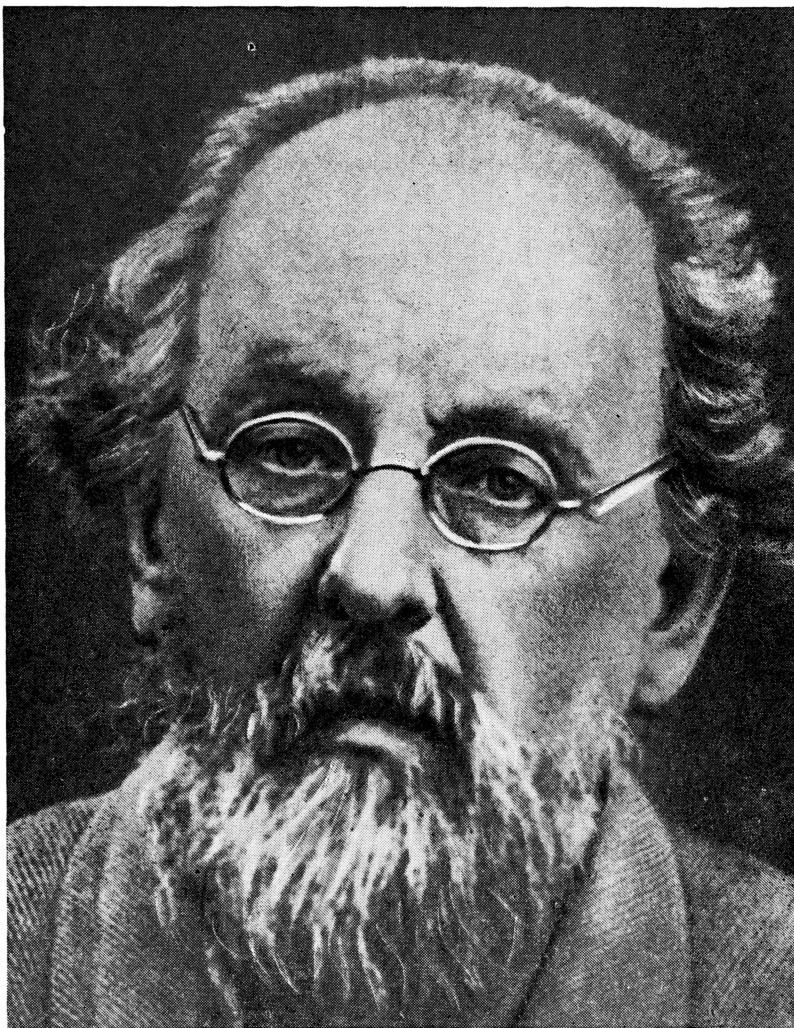
Константин Эдуардович Циолковский

(к 125-летию со дня рождения)

17 сентября 1982 года исполнилось 125 лет со дня рождения выдающегося деятеля науки и техники К. Э. Циолковского. Круг его научных интересов был необычайно широк: воздухоплавание, авиация, теория реактивного движения, астрономия, геофизика, биология, лингвистика, философия. Он опубликовал более 140 научных работ и оставил огромное рукописное наследство.

Наибольший интерес для науки и техники представляют работы К. Э. Циолковского по теории реактивного движения. В своей статье «Исследование мировых пространств реактивными приборами», опубликованной в 1903 году в майском номере журнала «Научное обозрение», он обосновал возможность преодоления силы земного тяготения на специально сконструированной ракете, тем самым положив начало новой отрасли науки — космонавтике.

К. Э. Циолковский родился 17 сентября 1857 года в селе Ижевском Спасского уезда Рязанской губернии в семье лесничего Эдуарда Игнатьевича Циолковского. На долю одного человека нечасто выпадает столько жизненных невзгод, сколько их пришлось на долю К. Э. Циолковского. После перенесенной в детстве болезни он почти полностью потерял слух и был лишен возможности продолжать учебу в школе. С 14 лет занимался самостоятельно, проявляя незаурядные способности и страсть к изобретательству. Когда К. Э. Циолковскому исполнилось 16 лет, родители отправили его в Москву, где он провел три года, занимаясь самообразованием. Больше всего интересовался естественными науками, но с



*Константин Эдуардович
Циолковский (1857—1935)*

увлечением читал и журналы — «Современник», «Отечественные записки», которые, по словам К. Э. Циолковского, имели на него большое влияние.

Осенью 1879 года К. Э. Циолков-

ский сдал экстерном экзамены на звание народного учителя и через четыре месяца получил должность учителя арифметики и геометрии в Боровском уездном училище Калужской губернии. Здесь началась его активная творческая деятельность. В 1881 году он создал основы кинетической теории газов. Эта работа получила одобрение видных ученых Петербургского физико-химического общества, в том числе Д. И. Менделеева. Правда, аналогичные результаты были получены несколько раньше в Германии, но об этом К. Э. Циолковский не знал.

В одной из автобиографических статей Константин Эдуардович писал: «В 1885 году, имея 28 лет, я твердо решил отдалиться воздухоплаванию и теоретически разработать металлический управляемый аэростат». Результатом его исследований стало обширное сочинение «Теория и опыт аэростата», в котором обосновывалась оригинальная конструкция дирижабля с тонкой металлической оболочкой. Хотя изобретение К. Э. Циолковского не получило поддержки официальных кругов, он не прекратил работу в области воздухоплавания. В статье «Аэроплан или птицеподобная (авиационная) летательная машина», опубликованной в 1894 году, К. Э. Циолковский впервые сделал попытку расчетным путем определить летные характеристики аэроплана для установившегося горизонтального полета. В 1897 году в Калуге (куда К. Э. Циолковский переехал в 1892 году) он сооружает первую в России аэродинамическую трубу с открытой рабочей частью и проводит десятки тысяч экспериментов в подкрепление своих идей постройки дирижабля и цельнометаллического аэроплана. К. Э. Циолковский работал над их созданием с 1885 по 1898 год. Известный исследователь творчества К. Э. Циолковского профессор А. А. Космодемьянский так оценил полученные результаты: «...Его техническая интуиция значительно опередила уровень промышленного развития 90-х годов прошлого столетия».

Еще в годы учебы в Москве у К. Э. Циолковского зародилась



В этом доме в Калуге в 1904—1933 годах жил К. Э. Циолковский. Сейчас здесь мемориальный дом-музей

мысль о завоевании человеком мировых пространств. Вначале ему казалось, что этого можно добиться с помощью центробежной силы. Несмотря на глубокое разочарование после обнаруженной ошибки, он не переставал думать о полете в космическое пространство. В 1883 году К. Э. Циолковский написал работу «Свободное пространство», в которой рассмотрел особенности движения тел в пространстве без действия силы тяжести и сил сопротивления. Позднее — в 1896—1897 годах он перешел от качественных суждений к расчетам, которые были опубликованы в 1903 году в его знаменитой работе «Исследование мировых пространств реактивными приборами». Впоследствии К. Э. Циолковский дал строгую математическую теорию движения одноступенчатых и многоступенчатых ракет с жидкостными реактивными двигателями, исследовал возможность полетов в Солнечной системе, рассмотрел во-

просы механики и физики в условиях невесомости, средств жизнеобеспечения экипажа ракеты во время полета и дал интересные прогнозы развития реактивных приборов.

Наиболее интенсивной деятельностью К. Э. Циолковского была после Великого Октября. За 1917—1935 годы издано в четыре раза больше статей, брошюр и книг, написанных им, чем за весь предшествующий период его деятельности.

Особенно поразительной кажется научная деятельность К. Э. Циолковского, если принять во внимание условия, в которых ему довелось жить и трудиться.

Дважды стихийные бедствия — наводнение и пожар — приводили многодетную семью Циолковских на грань нищеты и полного отчаяния. Нужда была постоянным спутником, до 1921 года — переломного в судьбе ученого, когда на его работы обратило внимание Советское правительство (в ту пору Циолковскому исполнилось уже 64 года). Понадобились необыкновенные духовные силы, чтобы не согнуться под ударами судьбы, не замкнуться в кругу забот о хлебе насущном, думать о судьбах людей, которые будут жить тысячи лет спустя, увидеть в этом истинную радость и смысл своего существования.

У него был огромный внутренний мир, в котором Константин Эдуардович чувствовал себя могучим властелином, несущим людям великое будущее. Он проявлял готовность исполнять любую черновую работу, чтобы приблизить эти счастливые дни. И думал о том времени, когда человечество не сможет больше жить на Земле и будет вынуждено переселяться на другие планеты. К. Э. Циолковский с большим основанием, чем Т. Кампанелла, мог называть города своей мечты городами Солнца, так как основой дальнейшего существования земной цивилизации считал рациональное использование солнечной энергии. В 1905 году он писал: «Работая над реактивными приборами, я имел мирные и высокие цели: завоевать Вселенную для блага человечества, завоевать пространство и энергию, испускаемую Солнцем». Его представления об этих перспективах имели вполне реальную основу: «...не жалкий полет ракеты пленил меня, а точные расчеты». «Думаю сыграть роль запевалы. Математики более знающие и более сильные докончат, может быть, решение поставленных мною задач. Знающие и опытные техники помогут им осуществить и самый космический корабль».

К. Э. Циолковский составил для себя целую просветительскую программу: «Наук такое множество..., что нет никакой возможности для человеческого ума их изучить. Кто и хочет, опускает бессильно руки. Между тем нельзя **составить мировоззрения и руководящего в жизни начала без ознакомления со всеми науками, то есть с общим познанием Вселенной.** Вот я и хочу быть Чеховым в науке: в небольших очерках, доступных неподготовленному или малоподготовленному читателю, **дать серьезное логическое познание наиболее достоверного учения о космосе**» (подчеркнуто мною.—Г. В.).

Обобщенной темой творчества К. Э. Циолковского было единение человека — жителя Земли — со Вселенной. При такой постановке проблемы требовалось не только разработать способ освоения космоса, но и обосновать целесообразность и

необходимость этой конечной цели. Отсюда и совершенно фантастический диапазон научных интересов К. Э. Циолковского. Только в такие глобальные рамки укладываются все его, на первый взгляд, несовместимые друг с другом исследования: преобразование пустынь и лингвистика, кинетическая теория газов и биология растений.

Столь грандиозные цели требовалось обосновать. И К. Э. Циолковский создает философские построения, помогающие постичь общность человека и Вселенной. И хотя эти построения носили механистический характер, именно они многие годы поддерживали поразительные стоицизм и подвижничество ученого. К. Э. Циолковский пытался найти материальную категорию, общую для человека и Вселенной: «Где начинается и где кончается способность ощущать? Она, очевидно, свойственна всем животным, растениям и даже неорганическому миру — одним словом, каждому атому... Атом есть особь (индивид, примитивное Я)».

К. Э. Циолковский, связывая каждого живущего на Земле человека со Вселенной, относит к высшей категории тех, «кто... забывают себя и свои нуждишки и всецело отдаются ощущению одной высшей цели: благу общества». Реальный путь к такому самоусовершенствованию он видит в том, чтобы «самому быть счастливым, насколько возможно». Его философские рассуждения позволяют понять истоки необыкновенных духовных сил, которые рождались не стихийно, а в результате осмысленных, хотя и в чем-то ошибочных, с точки зрения современной философской науки, умозаключений.

Подвижничество К. Э. Циолковского, казавшееся обывателям чудачеством, сопровождалось, как мы теперь понимаем, огромным мужеством. Ведь на пути стояли не только никем не решенные проблемы, но и установившиеся воззрения, а они могли показаться непрекращаемыми даже самому образованному человеку. В подходе к решению научных проблем у К. Э. Циолковского был девиз: «Будем смелы. Не будем

бояться кары авторитетов, хотя бы за ними были тысячелетия. Мы охотно за ними пойдем, если они, с точки зрения несомненных знаний, пришли к верным, хотя и недоказанным ими выводам».

Если нас сейчас поражают широта и многоплановость научных интересов К. Э. Циолковского, то еще более поразительной кажется его способность видеть многочисленные проблемы, как бы связанные между собой единой темой — человек и Вселенная. Такая особенность мышления ученого настолько не отвечала общепринятым представлениям, что далеко не каждой его мысли придавалось то значение, какое она заслуживала, и нередко мы заново открывали К. Э. Циолковского уже после того, как сами повторяли пройденное им. Да и сейчас, быть может, мы еще не полностью отдаем себе отчет во всем том, что им было высказано и предсказано.

Идеи К. Э. Циолковского опережали уровень развития промышленности и казались его современникам фантастическими. Это невольно вырабатывало представление о нем, как о человеке, одержимом отвлеченными идеями, далеко от мысли о реализации своих же идей. А между тем его отношение к проблемам космонавтики и собственным разработкам носило ярко выраженный прикладной характер. Именно поэтому многое из того, что в свое время казалось фантастическим, нашло реальное воплощение в жизни — лишь с теми видоизменениями, которые вытекали из существа самой идеи.

К. Э. Циолковский писал: «Более, чем кто-нибудь, я понимаю бездну, разделяющую идею от ее осуществления, так как в течение моей жизни я не только много вычислял, но и исполнял, работая также руками». И еще: «Вся моя жизнь состояла из размышлений, вычислений, практических работ и опытов. Меня всегда сопровождала домашняя мастерская».

Стремление К. Э. Циолковского провести все свои идеи через «домашнюю мастерскую» распространялось и на отдельные частные вопро-

Дата 10 мая 1897 г.

16... $\frac{v}{v_1} = -\frac{f}{\text{nat}} \left\{ 1 + \frac{m_2}{m_1} \right\}$ (25)

20... $v_1 = 5700 \text{ м/с}$ $\frac{v}{v_1} = \frac{v}{v_1} \left[\frac{f(1 + \frac{m_2}{m_1})}{g} \right]^2$

Матр. табл. 22

$\frac{m_2}{m_1}$	$\frac{v}{v_1}$	v
1	0,693	3920
2	1,098	6260
3	1,386	7880
4	1,609	9170
5	1,792	10.100
6	1,946	11.100
7	2,079	11850

28... $t = \frac{v}{g}$; 29... $\frac{p}{g}$

31... $t = \frac{v_2}{g}$; 32... $\frac{p}{p-g}$

34... $v = v_2 \left\{ \frac{p}{p-g} \right\}$

35... $\frac{v}{v_2} = -\frac{f}{\text{nat}} \left\{ 1 + \frac{m_2}{m_1} \right\}$

36... $\frac{m_2}{m_1} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

37... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

38... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

39... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

40... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

41... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

42... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

43... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

44... $p = p - g$

45... $p = \frac{p-g}{2}$

46... $p = \frac{v_2}{2(p-g)}$

47... $p = \frac{v_2}{2(p-g)}$

48... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

49... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

50... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

51... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

52... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

53... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

54... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

55... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

56... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

57... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

58... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

59... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

60... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

61... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

62... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

63... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

64... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

65... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

66... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

67... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

68... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

69... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

70... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

71... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

72... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

73... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

74... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

75... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

76... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

77... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

78... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

79... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

80... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

81... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

82... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

83... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

84... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

85... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

86... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

87... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

88... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

89... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

90... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

91... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

92... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

93... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

94... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

95... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

96... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

97... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

98... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

99... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

100... $\frac{p}{p-g} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{p}{p-g} \right)$

Страница рукописи
К. Э. Циолковского «Исследование
мировых пространств
реактивными приборами»

сы, и на проблему космического полета в целом.

Ракета, предлагаемая К. Э. Циолковским,— не отвлеченная конструкция, обладающая лишь запасом энергии для победы над земным тяготением, но аппарат, предназначенный для полета человека. Чтобы ракета отвечала такому назначению, нужно было ограничить перегрузки, а это отрицательно влияло на эффективность использования топлива. К. Э. Циолковский, не имея других возможностей, проводит эксперименты с цыплятами и тара-

канами— надо же получить хоть какое-нибудь представление о реальных пределах для перегрузок.

Великий ученый не однажды подчеркивал, что им сделано очень мало и многое еще предстоит исследовать. По мере углубления в проблему космического полета он все более убеждался в сложности решаемой задачи. В 1924 году, в связи с газетной шумихой о предполагаемом полете американской ракеты к Луне, он писал: «...полет ракеты на Луну, хотя бы и без людей, пока вещь технически неосуществимая... Для осуществления межпланетных путешествий надо еще ждать значительного продвижения техники, новых металлов, сплавов и взрывчатых веществ. Расчеты мои верны, но это еще не дает реализации».

Немецкий ученый Г. Оберт написал К. Э. Циолковскому о своих технических достижениях по разработке жидкостных ракетных двигателей и закончил письмо словами: «...дорога к исследованию мировых пространств реактивными приборами мне кажется теперь открытой». К. Э. Циолковский комментирует эту мысль так: «Мы прибавим от себя, что все же придется поработать еще ой-ой как много».

Константин Эдуардович видел значение своей работы в привлечении новых исследований к проблеме космического полета: «Я буду рад, если моя работа побудит других к дальнейшему труду». Он не признавал свою работу уникальной и считал, что заслуга в развитии идеи космического полета принадлежит многим исследователям и популяризаторам, фамилии которых старался воспроизвести без каких-либо исключений: «Первыми пионерами и застрельщиками вообще были: Кибальнич, Гансвиндт, Гефт, Улинский, Циолковский, Пельтри, Дитли, Вебер, Шиллер, Гоман, Гофман, Яшуржинский, Годдард, Дженскинс, Лоран, Цандер, Никольский, Линдеман, Вольф, Рынин и другие мне неизвестные лица. В России особые заслуги оказали распространению идей Перельман и Рюмин. С их легкой руки популяризацию ракетного прибора продолжали у нас следующие лица: Давыдов, Лапилов-Скобло, Модестов, Прянишников, Егоров, Мануйлов, Бабаев, Глушко, Бохт, Чижевский, Алчевский, Шмурло, Рябушинский, Родных, Редин, Соловьев, Ширинкин и многие другие».

В тот период тема космических путешествий была небезопасной для научной репутации ее сторонников, поэтому К. Э. Циолковский обращает внимание на мужество этих людей и огромную моральную цену их научных позиций. «Велика заслуга этих людей, потому что новые идеи надо поддерживать, пока они не осуществятся или пока не выяснено их полное несоответствие. Немногие имеют такую смелость, но это очень драгоценное свойство людей».

Желание К. Э. Циолковского специально отметить роль каждого, кто внес вклад в разработку темы кос-



*Памятник К. Э. Циолковскому,
установленный на одной
из площадей Калуги*

мического путешествия, является выражением его бескорыстного служения науке, заинтересованности только в победе научной истины: «Основ-

ной мотив моей жизни — сделать что-нибудь полезное для людей, продвинуть человечество хотя бы немного вперед. Вот почему я надеюсь, что мои работы, может быть, скоро, а может быть, и в отдаленном будущем дадут человечеству горы хлеба и бездну могущества».

Едва ли не самой значительной трудностью, с которой пришлось

столкнуться на первом этапе развития космонавтики, было неверие в осуществимость идеи полета в космос. Не случайно научные рассуждения в ранних сочинениях К. Э. Циолковского сопровождались горькими словами о равнодушии к его трудам. Космонавтика не сулила ни быстрых успехов, ни громкой славы, и этой, казалось, весьма далекой от насущных забот человечества проблемой занимались люди, которых увлекала романтика открытий, готовые бескорыстно служить науке во имя идеи. Но именно К. Э. Циолковский принял на себя самый тяжкий груз в новой области познания — груз сомнений. Найдя реальный путь для осуществления идеи полета в космос, он не побоялся сразу же сформулировать цель своей научной работы — исследование мировых пространств как перспектива развития цивилизации — и не только сохранял всю свою жизнь верность этой цели, но и боролся за ее достижение, непрерывно развивая и обогащая теорию космических полетов.

Сочетание глобальных представлений о путях развития цивилизации с морально-этическими принципами, основанными на активной борьбе за свои убеждения, оказалось той особенностью творческого пути К. Э. Циолковского, которая сыграла огромную роль в развитии идей космонавтики.

Он публиковал одну работу за другой, призывал людей обратить свои взоры в глубины Вселенной, где их ждет прекрасное будущее. И то, что многие современники считали в его воззрениях чудачеством, было стремлением к высокой и благородной цели.

В последние дни своей жизни, окруженный почетом и всенародным вниманием, зная о близкой кончине, К. Э. Циолковский сожалел только о том, что мало сделал и оставляет незавершенными многие свои идеи. Такая самоотверженность во имя лучшего будущего людей ставит Константина Эдуардовича Циолковского в один ряд с самыми выдающимися гуманистами, и именно в ней состоит его истинное величие как Гражданина и Человека.

Консул гданьского магистрата

Польский астроном Ян Гевелий (1611—1687) был широко известен современникам трудами по изучению поверхности Луны. Он одним из первых использовал для астрономических наблюдений крупные телескопы. В 1667 году за свои заслуги он получил предложение Людовика XIV взять на себя руководство только что созданной Парижской обсерваторией. Благорасположение французского монарха сулило ему достаток и почести. Перед ним открывалась редкая возможность воспользоваться для постройки новых инструментов услугами королевской казны, целиком отдаться любимой науке. Однако приглашение Людовика требовало расстаться с родной землей, требовало покинуть город, с которым была связана вся творческая деятельность Гевелия. После долгих раздумий он отклонил лестное приглашение. Публикуемый очерк в художественных образах воссоздает обстановку нескольких дней из жизни известного ученого.

Юродивый у ратуши завидел Ведуна издали и, как обычно, проковылял через площадь навстречу этому неподкупному стражу законов. Суровый консул выделялся среди старожил Гданьска недюжинным ростом, худобой, вздернутыми к небу пиками усов и какою-то всегда деревянной походкой. За причастность к таинствам звездной науки Ян Гевелий давным-давно обрел у местных оборванцев заглазное прозвище Ведуна — имя, впрочем, отнюдь не порочное, а скорее приятное, которым достойный муж втайне гордился.

— Царствие небесное, герр пивная кружка! — заголосил попрошайка. — С нами крестная сила! — И магистратский консул на ходу одарил калеку серебряной монеткой. Ритуальная встреча, и приветствие, и щедрое подношение исправно повторялись каждый день с регулярностью отлаженного часового механизма. Для полноты сравнения не хватало только колокольного боя да явления святых ликов, как в лучших городских курантах.

Стареющий Гевелий, казалось, испытывал гордость от ежедневного похода с Кожевой улицы в магистрат. Его не удерживали ни стужа, ни ненастье. В любую непогоду консул вышагивал по осклизлым мостовым, словно новобранец на смотре, а его тронутые сединой усы бросали небу вызов столь же решитель-

но, как десять, двадцать, тридцать лет назад. Ему стукнуло 56 лет, когда уже трудно угнаться за молодыми, но в его благородном увядании еще чувствовалась сила, оно было отмечено печатью сдержанности и жизненной мудрости.

Для посторонних взоров жизнь консула гданьского магистрата и впрямь могла сравниться с ходом отлично выверенных курантов. В равной мере Гевелий поклонялся трем алтарям: он безоговорочно любил родной город, пиво и звезды — влечения, каждое из которых имело для него свой особый аромат. Башни древнего Гданьска пахли морем и корабельными снастями, пиво манило свежим хмелем, звезды связывались с запахом медных гравировальных досок.

Не из роду, а в род пошел гданьский законник своим педантизмом. Усидчивость в сочетании с ясной головой и умелыми руками была фамильным достоянием потомственных пивоваров Гевелиев, в родословной которых столь тесно переплелись славянские и германские корни, что ответ на вопрос о происхождении зависел каждый раз исключительно от обстоятельств и желания отвечающего. Это немудрено, ибо многострадальный Гданьск из века в век оставался в гуще европейских неурядиц. Удобный порт на перекрестке водных путей не раз становился по-

живой в игре корыстных воителей: Тевтонского ордена, шведов, голландцев...

Отец готовил Яна к юридической карьере и после гимназии отослал учиться в Голландию, в Лейденский университет. Из Голландии молодой Гевелий отправился по Европе, посетил Лондон, Париж, Авиньон. Он наблюдал солнечные и лунные затмения, свел знакомства с выдающимися умами современности. В заморских путешествиях подхватил молодой Гевелий эту заразу — тягу к астрономии, но и убежденным астрофилом не мыслил он остаться на чужбине и возвратился в отчий дом.

Иные «умники» считали Гданьск задворками ученой Европы. Гевелий не разделял подобного предубеждения. Вздор! Город велик и славен. В нем маловато чистой воды, его не обходит стороной холера, но разве человек волен по собственному выбору искать отца и мать, разве волен он выбирать отечество, где родился, вырос и встал на ноги? Ян ни на что на свете не променяет родной Гданьск.

Здесь неподалеку, в Вармийской епархии, трудился двести лет назад каноник Коперник. Гевелий стал в этих краях духовным наследником великого астронома.

Старик отец не допустил ошибки, доверив сыну защищать коммерческие интересы семьи под знаменем гильдии пивоваров. Юридическое образование открыло тому место на судейском помосте и среди консулов городского магистрата. Но все свободное время Ян отдавал музе Урании. Он скопил богатую библиотеку, завел дома оптическую мастерскую и типографию. Так промчались быстрые годы, отмеченные вехами его астрономических трудов.

Пять лет понадобилось Гевелию на подготовку всеобъемлющего ат-

ласа Луны: 600 страниц in folio и 133 гравюры. Он собственноручно набирал тексты, резал по меди гравюры — карты Луны, сам печатал тираж книги. «Селенография» доставила ему всемирную известность.

Стоит ли присваивать лунным образованиям имена смертных? Судья Гевелий не стал судить и рядить, кто из смертных достоин, а кто не достоин запечатлеть свое имя на вечной скрижали лунного диска. Он предпочел заимствовать для лунной географии устоявшиеся земные названия: Альпы, Кавказ, Рифейские горы, Апеннины. Ученый мир признал его нововведение.

Время шло, и неутомимый астрофил принялся за труд, во много раз превосходящий «Селенографию» по сложности и размаху. Он взялся за всеобъемлющий обзор волосатых звезд — бродячих комет. Он переворачивал горы греческих и римских анналов в поисках древнейших замечаний о наблюдениях комет. И снова проводил часы отдохновения за гравировальными досками: в новой книге Гевелий предполагал поместить более четырехсот собственноручных гравюр.

Только в систематической работе, только в педантичной упорядоченности видел гданьский законник залог успешной службы трем богам.

Не без пользы для родного Гданьска консул Гевелий проводил в стенах городской ратуши по два-три часа. Затем возвращался домой к юной жене, неторопливо обедал, разбирал неотложные торговые дела и тотчас усаживался за гравировальные доски. Ближе к вечеру он шел отдохнуть, и с наступлением ночи по узкой винтовой лестнице взбирался на крышу, где при чистом небе загодя хлопотали его верные подручные.

Мачтой «Летучего голландца» плыл над городом взметнувшийся на пятьдесят человеческих ростов шляп ратушной колокольни. Гевелий искал взором смутные очертания башни Артуса, силуэт собора Девы Марии, вдыхал полной грудью соленый воздух с моря.

Гданьск возносил вечернюю молитву. Купцы проверяли дубовые засовы.

Громкий лай собак сопровождал припозднившихся гуляк.

Три дома принадлежали Яну Гевелию на Кожевенной улице. Их плоские кровли были приспособлены под обсерваторию с набором мерительных инструментов и труб. Гевелий не жалел доходов от пива, приобретая и своими руками изготавливая разнообразные астрономические новшества.

Эльжбета, его сладкая женушка, не отставала от мужа в его усердной работе. Укутавшись так, что из-под теплых одежд искрились только ее смешливые глазки, она тоже забиралась на крышу и принималась аккуратно вести дневник наблюдений.

Город Гданьск видел вторые сны. Давно умолкли собаки. Менялы, торговцы ячменем и пшеницей, пивовары, хлебопеки, виноторговцы в ночных колпаках чмокали спростонья губами. Дозорный отложил колотушку. «Спать, матушка, пани Элюне пора спать», — говорил усталый звездочет, — сегодня мы на совесть потрудились во славу Божию». Он наставлял подручных, что подготовить на завтра, и бережно поддерживая жену под руку, — двадцатилетняя Эльжбета на крутой лестнице больше опасалась за него, чем за себя, — спускался в спальню, чтобы заснуть сном праведника. На людях Гевелий был строг с молодой женой, не потакал ей в капризах, не позволял разводить церемонии, но он знал, что Эльжбета, годившаяся ему во внуки, была для него на деле сущим кладом.

...Милостивое приглашение французского короля доставил Гевелию конный мушкетер. Незванный гость произвел в доме невообразимый ералаш. Прислуга не знала, чем и угодить чересчур галантному французу, и, как только представилась возможность, хозяин поспешил выдворить бесстыжего волокиту за порог, одарив на прощание кошельком и жеребцом. В благодарственном ответе Гевелий выражал сомнения, могут ли его малые способности соответствовать несказанной милости христианнейшего короля, и в приличествующих случаю витиеватых выражениях обещал препроводить свое решение тотчас, едва

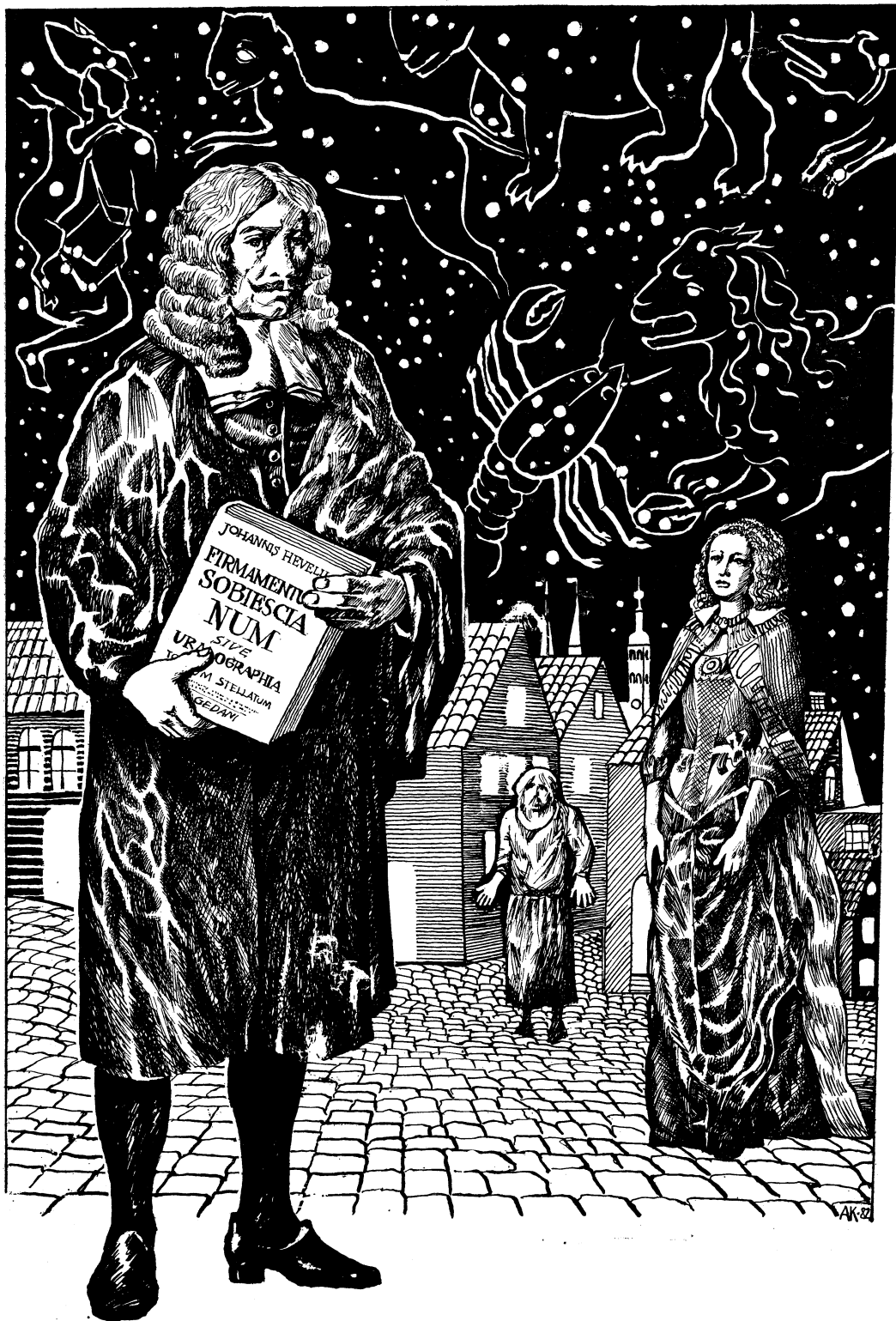
обстоятельства, удерживающие его ныне в Гданьске по долгу принятых на себя многих обязательств, прояснятся настолько, что он окажется в состоянии хотя бы приблизительно назвать сроки, когда ему удалось бы покинуть родной город.

Легко сказать — покинуть родной город!.. Эта ужасная мысль лишала Гевелия сна, омрачая неподдельный восторг, который владел консулом, когда тот размышлял о преимуществах работы в королевской обсерватории. Консул утратил вкус к пище, постился и совсем осоловел. Он тщетно скрывал смятение от окружающих. Вышагивая по гданьским улицам, Гевелий беспрестанно перебирал в уме pro и contra принятия внезапного предложения.

— Царствие небесное, герр пивная кружка! — как оглашенный галдел попрошайка-юродивый, и растерянный Ведун, словно во сне, подавал ему не одну, а две серебряные монетки.

Сколь заманчиво возглавить новую королевскую обсерваторию!.. У него появятся многочисленные помощники, даровитые ученики, он осуществит все свои сокровенные замыслы. Казна французского короля рисовалась Гевелию океаном без дна и берегов. Упаси бог, он не рвался поживиться за счет чужого богатства! Но презренный металл — это просторное здание обсерватории, это жалование умелым помощникам, это ювелирного изготовления секстанты и громадные воздушные трубы с дорогими стеклами. В Париже он откажется от торговли пивом и всецело посвятит себя одной-единственной музе — музе астрономии. И чем он заплатит за такое наслаждение? Что уйдет из его жизни — Кожевенная улица, соседи, покрой плаща?

— Послушай, Эльжбета, — без конца возвращался к одному и тому же смятенный звездочет, — королей обуравает жажда строить обсерватории единожды во сто лет. Астрономия — мое призвание. Я занимаюсь ею десятилетия. Такая честь, какую оказывает мне французский монарх, выпадает человеку раз в жизни — да и то не во всякой жизни. Скажи мне, разве я вправе сомневаться? Разве



я вправе раздумывать: принимать или не принимать приглашение? Это перст божий. Продаем дома и едем в Париж, пока король не передумал.

— Вы безукоризненно правы, савонный пан,— с ангельской улыбкой отвечала насмешливая Эльжбетка.

— Но, с другой стороны, что я потерял в Париже? Чего мне не хватает на Кожевенной улице? Я приобрел все, в чем нуждаюсь. Никто мне здесь не указ. Я выпустил «Селенографию», когда тебя еще не было на свете, кончаю «Кометографию»! Помощников у меня столько, сколько нужно. Когда их два-три, они как раз управляют с делом, не путаются под ногами и действительно помогают. Десять подмастерьев бездельничают и ссорятся между собой, а человек двадцать-тридцать вообще сядут кому хочешь на шею. Только и будешь, что придумывать другим работу да разбирать клеузы...

— Вы безукоризненно правы, савонный пан,— улыбалась Эльжбета. В ответ на ее слова Гевелий еще больше раздражался. От досады у него тряслись щеки.

Этот разговор не кончался ни утром, ни вечером. Он продолжался до ухода Гевелия в магистрат, днем во время обеда, ночью в постели.

— Нет, это дьявольское наваждение,— вновь начинал астроном, натягивая ночной колпак.— Чего ради мы сорвемся с насиженного места и поедем за тридевять земель?..

— Вы безукоризненно правы, савонный пан,— как обычно, с лукавством во взоре улыбалась пани Элюня.

— Что за манера,— вскипел муж.— Ты смеешься надо мной? Я говорю — едем, ты поддакиваешь, я говорю — не едем, снова поддакиваешь. У тебя есть своя голова на плечах? Ты о чем думаешь?

Эльжбета, как ласковый ребенок, прильнула к мужу.

— Разве ты сам всего не знаешь, мой старый грозный Януш? Ты не сможешь прожить и дня без Гданьска, без соседей с Кожевенной улицы, без магистрата. Французский король, его дворцы не заменят тебе родного дома и кружки пива. Ты

сгоришь там, как падающая звезда...— Искренность Эльжбеты тронула Гевелия до глубины души.— Я ни в чем не перечила просто потому, что люблю тебя. Разве жена не читает в сердце любимого мужа? Я видела, как тебе хочется занять место в королевской обсерватории. Но чужбина не для нас с тобой, милый. Да ты сам понимаешь все, гораздо лучше меня!..

— В мои годы, к несчастью, понимаешь больше, чем хочется... Разумом я там, в Париже, а сердцем... Вдали от дома — ты права! — мое сердце обрастет лишайниками и зачахнет... Мы останемся здесь! А в благодарность я посвящу Людовика XIV свою «Кометографию»...

Наутро Гевелий пробудился со спокойной, ясной головой. Он превозмог искушение. Приосанившись, он, как ни в чем не бывало, вымерял шагами звонкие мостовые.

— Царствие небесное, герр пивная кружка! — волоча ногу, выполз навстречу Гевелию калека-юродивый.— С нами крестная сила!

Все было очень обыкновенно: прозрачное утро, и солнце, и нищий у ратуши. И Ведун был сегодня обыкновенным Ведуном, который на ходу одарил попрошайку одной-единственной серебряной монеткой.

— Ай-ай-ай,— заскулил калека и схватил Гевелия за полу мантии.— Ваша милость... Еще! Еще!..

Консул был не из тех, кто делает подачки от слабодушия. Он мог осадить и ровню, и нищего. Нет! Гевелий нагнулся и подал выжиге камень. Тот отпрянул.

— Завтра! — смягчился Ведун и прошел в ратушу.

Вечер в тот день выдался душным. Вечерняя заря отходила ко сну, прячась за стеганым одеялом облаков. Гевелий стал подниматься на крышу для наблюдений. Он раньше обычного облачился в ночную сорочку, колпак и долго мешал жене уснуть, кряхтя и пытаясь улечься удобнее то на левом, то на правом боку.

— Эльжуня,— не выдержал, наконец, консул,— я не хотел бы снова говорить... Не хотел ерошить... Но ты

верная помощница, ты умница, ты все понимаешь...

— К тебе опять вернулись сомнения? — не раскрывая глаз, спросила Эльжбета.

— Нет, наоборот... Как мне возблагодарить господа бога, остерегшего меня от соблазна?! Человек должен быть, видимо, счастлив тем, что имеет, и не испытывать понапрасну свою судьбу... Дерево растет там, где упало его семя, где укрепились его корни... Ему ли судить, камениста ли почва, ему ли отдавать воле ветра свое семя, чтобы оно в блужданиях наконец попало на тучную землю? Блудный сын возвращается в отчий дом. А достойный? Достойный его вовсе не покидает...

НОВЫЕ КНИГИ

ПОПУЛЯРНО О ПЛАНЕТАХ И СПУТНИКАХ

В 1982 году издательство «Мир» выпустило в свет книгу У. Кауфмана «Планеты и луны» (перевод с английского С. В. Маевой под редакцией В. В. Шевченко). Уильям Дж. Кауфман американский астрофизик, известный своими книгами и лекциями по астрофизике, внегалактической астрономии и космологии.

Новая книга У. Кауфмана открывается главой «Начало», которая содержит обзор важнейших космологических и космогонических представлений. Затем следует описание Меркурия, Венеры, Земли и Луны. Марса и Фобоса и Деймоса, Юпитера и его спутников. Глава «Внешние миры» знакомит читателя с Сатурном и самыми далекими планетами Солнечной системы. Отдельная глава «Межпланетные скитальцы» посвящена астероидам, кометам, метеоритам.

Особое внимание автор уделяет обсуждению информации, полученной с помощью космической техники. Книга иллюстрирована многочисленными фотографиями планет и их спутников, переданными с борта автоматических межпланетных станций.

Книга снабжена списком литературы (дополненным редактором перевода); таблицами, содержащими данные о планетах и спутниках; предметным указателем.

Книга доступна широкому кругу читателей.



ИЗ ИСТОРИИ
НАУКИ

Доктор физико-математических наук
Г. А. СКУРИДИН

С. П. Королев и первый искусственный спутник Земли

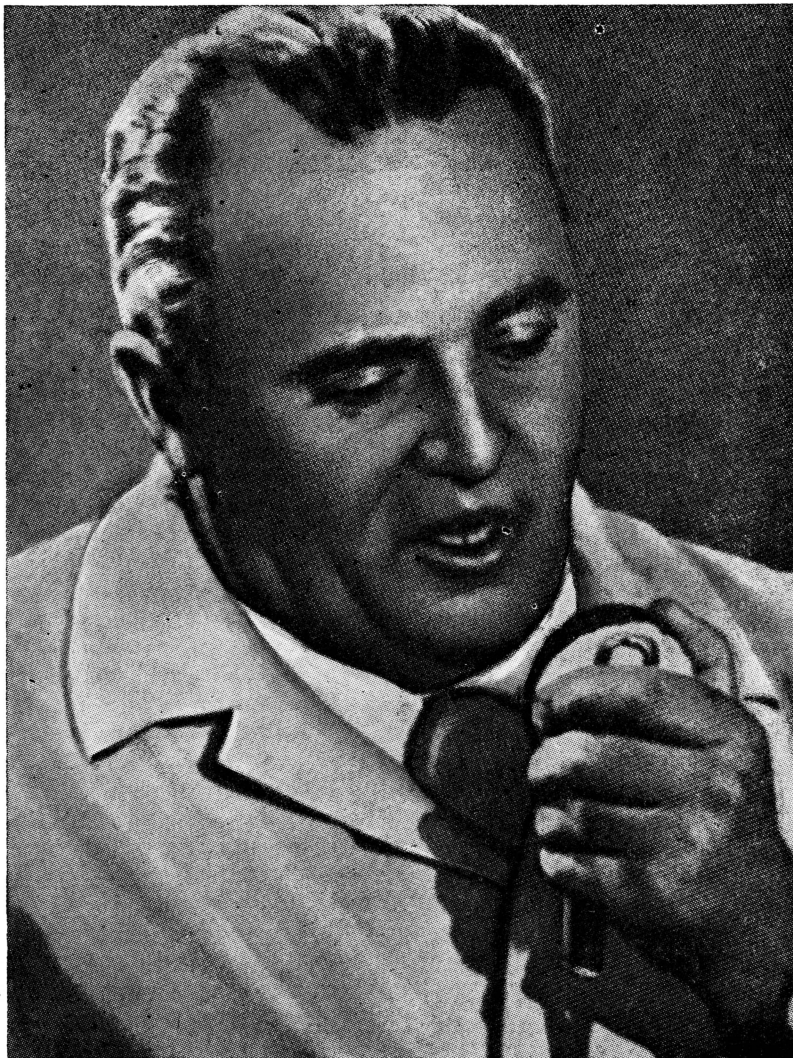
Вначале был К. Э. Циолковский. Он первым доказал возможность полетов к звездам и проложил дорогу тем, кто ясно осознал техническую реальность космических полетов и в труднейших условиях начал создавать первые летательные аппараты.

Выдающимся последователем Циолковского был Сергей Павлович Королев. Всю свою несокрушимую энергию, талант инженера и ученого он посвятил реализации его идей.

Мне хотелось бы поделиться с читателями воспоминаниями о встречах с С. П. Королевым в период создания и запуска первого искусственного спутника Земли. Первая встреча произошла в 1954 году, когда я работал в одном из отделов президиума Академии наук СССР.

...Однажды в комнату, где мы работали, вошел плотный, среднего роста мужчина, в пальто, со шляпой в руке. Во взгляде, который он бросил на меня, все сразу уловили немой вопрос: что я за человек и можно ли при мне говорить о делах? Когда выяснилось, что можно, С. П. Королев снял пальто и начал просматривать бумаги. Я исподволь с волнением наблюдал за ним, зная, что за этим человеком стоит целый мир невероятно важных технических работ, связанных с космическими исследованиями, передо мной — руководитель грандиозного проекта создания межконтинентальной баллистической ракеты.

Я не мог предположить, что всего через год судьба свяжет меня с С. П. Королевым и мне посчастливится пройти по трудным, но романтическим дорогам покорителей космоса: от первого спутника до первой



*Академик Сергей Павлович
Королев (1961 год)*

мягкой посадки автоматической станции на поверхность Луны, осуществленной уже после кончины Сергея Павловича.

В каждой встрече С. П. Королев раскрывался по-новому, вернее, он никогда не раскрывался до конца. Его характер складывался в упорной борьбе за свои идеи; главной из них была — полет человека в космос. В этом, на мой взгляд, и заключен феномен его личности, ибо человеческая личность начинается с идеи, которая заложена в человеке как нравственная и интеллектуальная основа всей его деятельности. С. П. Королев был Человеком века, Новатором века, Инженером века.

Как-то на одной из встреч с учеными С. П. Королев сказал: «Если Вы сделали много, но плохо, все скоро забудут, что вы сделали много, и долго будут помнить, что вы сделали плохо. Если вы сделали мало, но хорошо, то все забудут, что вы сделали мало, но будут помнить, что сделали хорошо... Не обязательно быть первым, важно быть лучшим!...».

Но сам он во всем старался **быть первым**. С. П. Королев понимал, какие огромные научные и технические возможности заложены в конструкции межконтинентальной баллистической ракеты, работа над которой в это время была главной для него.

...29 июля 1955 года США объявили о своем участии в программе проведения Международного геофизического года (он начинался с июля 1957 года и должен был продолжаться до декабря 1958 года). «Помимо других мероприятий,— говорилось в заявлении,— участие США выразится в запуске искусственного спутника Земли, программа которого получила название „Авангард“. Президент США выразил удовлетворение тем, что выполнение этой программы обеспечит дальнейшее бурное развитие науки. Эта программа будет проводиться под руководством академии наук и Государственного института наук США».

Принимая решение об участии в проведении Международного геофизического года, США были абсолютно уверены: первый искусственный спутник Земли окажется американским. Но реальные события опровергли уверенность американских политиков.

3 августа 1955 года в здании Политехнического института в Копенгагене открылся VI конгресс Международной астронавтической федерации (МАФ). Профессор Дюрран (США) огласил письмо президента США Д. Эйзенхауэра участникам конгресса, в котором говорилось о намерении США запустить беспилотный искусственный спутник Земли. В этом конгрессе впервые приняли участие советские ученые — академик Л. И. Седов и профессор К. Ф. Огородников. Они представляли СССР в качестве наблюдателей (официальным членом МАФ Советский Союз стал в следующем, 1956 году).

Во время работы конгресса состоялась пресс-конференция, созванная по инициативе академика Л. И. Седова. На пресс-конференции, проходившей в здании советской миссии, Л. И. Седов рассказал журналистам о работах советских ученых в области космонавтики и заявил, что «...за последнее время в СССР уделяется много внимания исследовательским проблемам, связанным с осуществлением межпланетных сообщений, в первую очередь, проблеме создания искусственного спутника Земли... Осуществление советского проекта можно ожидать в сравнительно недалеком будущем... Мне кажется,— продолжал Л. И. Седов,— что настало время, когда можно направить все силы и средства на совместные усилия по созданию искусственного спутника и переключиться на мирные и благородные цели развития космических полетов....».

Заявление Л. И. Седова произвело сильное впечатление на присутствовавших журналистов и специалистов и было опубликовано во многих газетах мира.

Вскоре после этого, 30 августа 1955 года в кабинете главного ученого секретаря президиума АН СССР академика А. В. Топчиева собрались С. П. Королев, М. В. Келдыш, В. П. Глушко, М. А. Лаврентьев и другие.

А. В. Топчиев пригласил на это совещание и меня (как сотрудника президиума АН СССР). Так состоялась вторая моя встреча с С. П. Ко-

ролевым и теперь уже личное знакомство с ним.

С. П. Королев тогда сказал: «На днях состоялось заседание Совета главных конструкторов, на котором был подробно рассмотрен ход подготовки изделия (доработанной межконтинентальной баллистической ракеты.— Г. С.) в варианте искусственного спутника. Я считаю необходимым создание в Академии наук СССР специального органа по разработке программы научных исследований с помощью серии искусственных спутников Земли, в том числе и биологических, с животными на борту. Эта комиссия должна уделять самое серьезное внимание изготовлению научной аппаратуры и привлечь к этому мероприятию ведущих ученых Академии наук СССР».

С. П. Королев говорил спокойно, уверенно и даже как-то торжественно, но держался весьма скромно. Так получилось, что мы сидели рядом и я писал протокол совещания.

— Пиши подробно, сам понимаешь, о чем идет речь,— вдруг сказал С. П. Королев, обращаясь ко мне.

Академик М. В. Келдыш сидел напротив меня, по другую сторону стола.

— Я поддерживаю предложение Сергея Павловича — сказал М. В. Келдыш.— Важно назначить председателя комиссии.

— Вам и быть председателем,— сразу ответил С. П. Королев.— Что касается изделия, то мы надеемся приступить к первым пускам в апреле — июле 1957 года, еще до начала Международного геофизического года. Вы согласны со мной, Валентин Петрович? — обратился он к В. П. Глушко, главному конструктору по разработке двигателей ракеты.

— Согласен,— ответил тот,— но думаю, что главное — это реально оценить возможности создания научной аппаратуры для первых искусственных спутников Земли в столь короткие сроки.

После обсуждения и дискуссии участники совещания решили образовать группу ученых во главе с академиком М. В. Келдышем — им предстояло разработать программу новых

экспериментов для первых искусственных спутников Земли.

С. П. Королев и В. П. Глушко попрощались и уехали. В кабинете остались А. В. Топчиев, М. В. Келдыш и я. Я рассказал, что уже есть предложения ученых по научным экспериментам на искусственных спутниках Земли.

М. В. Келдыш попросил срочно привезти все материалы к нему.

На следующий день в кабинете М. В. Келдыша собралась небольшая группа ученых, в том числе С. П. Королев и М. К. Тихонравов, чтобы ознакомиться с этими материалами. Затем М. В. Келдыш поручил мне созвать в президиуме АН СССР совещание.

— Нашу организацию, — сказал С. П. Королев, — будет представлять Михаил Клавдиевич Тихонравов.

На совещании М. К. Тихонравов подробно рассказал о предполагаемой конструкции спутника и его весовых возможностях. Итоги этого совещания было решено обсудить с Сергеем Павловичем Королевым. Встреча с ним состоялась через несколько дней, в сентябре 1955 года.

С. П. Королев одобрил предложенную программу и высказал пожелание вынести ее на Совет главных конструкторов, на котором решались все важнейшие вопросы создания ракетной техники. В результате было принято решение о запуске нескольких искусственных спутников Земли, в том числе и ориентированных.

Решением от 30 января 1956 года намечалось создание в 1957—1958 годах серии советских искусственных спутников Земли. При Академии наук СССР организуется специальная комиссия под председательством М. В. Келдыша. Первым заместителем председателя стал С. П. Королев. Эта комиссия сыграла значительную роль в осуществлении и координации космических исследований в СССР на первом этапе их становления.

На совещаниях у С. П. Королева рассматривались многочисленные технические вопросы, связанные

с согласованием научной аппаратуры с конкретной конструкцией спутника. Только после всестороннего обсуждения со многими специалистами, в том числе директорами заводов, руководителями конструкторских бюро, принималось окончательное решение о постановке научного эксперимента.

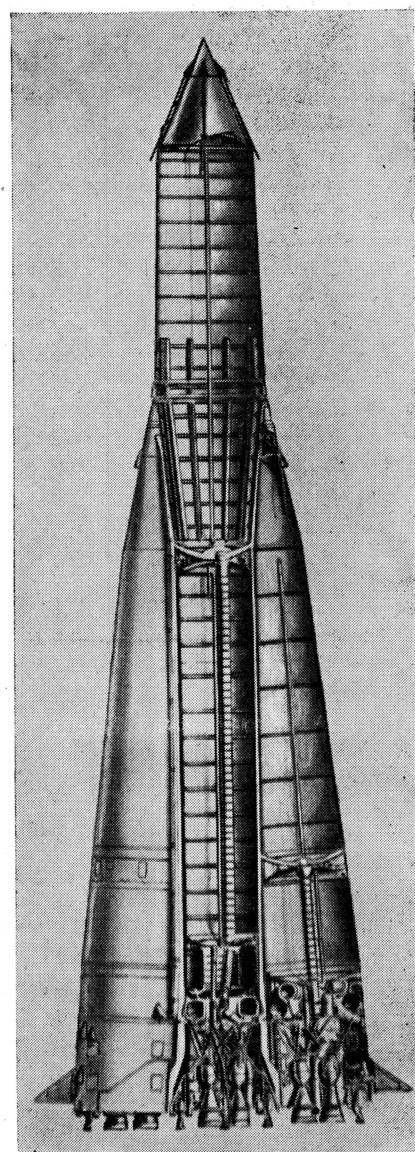
В это время в полную силу раскрылся талант С. П. Королева — выдающегося ученого и организатора. Один из его учеников и соратников, член-корреспондент АН СССР Б. В. Раушенбах, так пишет о нем: «Да, он был главным конструктором, но ведь были и другие главные конструкторы... очевидно, все дело в том, что он был не просто главным конструктором, а Главным конструктором, и благодаря поддержке и помощи высоких коллег занимал неофициальный пост главы целого научно-технического направления...».

Однако во всех своих начинаниях Главный конструктор никогда не мыслил себя одиночкой. «Все, что сделано, делается и будет сделано, — это результат усилий значительной группы ученых, конструкторов, инженеров, людей подлинного таланта, целых коллективов».

Особенно ценил он изобретательность, оригинальность в выборе конструкции того или иного научного прибора. Большое значение придавал снижению веса, ибо, как сказал впоследствии М. В. Келдыш, «каждый килограмм веса научного прибора стоил значительно больше золота, он стоил золотого интеллекта...».

По инициативе М. В. Келдыша и С. П. Королева цели и задачи предполагаемых научных экспериментов решили опубликовать в широкой печати.

1 июля 1957 года в «Правде» была опубликована статья президента Академии наук СССР академика А. Н. Несмеянова «Проблема создания искусственного спутника Земли». В ней, в частности, говорилось: «В результате многолетней работы советских ученых и инженеров к настоящему времени созданы ракеты, а также все необходимое оборудо-



Двухступенчатая ракета-носитель «Спутник», с помощью которой был запущен первый в мире искусственный спутник Земли

дование и аппаратура, с помощью которых может быть решена проблема искусственного спутника Земли для научно-исследовательских целей...».

21 августа 1957 года был осуществлен пуск первой в мире межконтинентальной баллистической ра-

кеты. Техническая возможность запуска искусственного спутника Земли становилась реальностью.

Выступая 17 сентября 1957 года на торжественном собрании в Доме Союзов, посвященном 100-летию со дня рождения К. Э. Циолковского, С. П. Королев с полным основанием заявил: «В Советском Союзе произведено успешное испытание сверхдальней межконтинентальной многоступенчатой баллистической ракеты... В ближайшее время с научными целями в СССР и США будут произведены первые пробные пуски искусственных спутников Земли».

В сентябре 1957 года в двух выпусках журнала «Успехи физических наук» была опубликована подробная научная программа исследования космического пространства с помощью искусственных спутников Земли. В одной из статей ракета, выводящая спутник на орбиту вокруг Земли, называлась «ракета-ускоритель». По этому поводу С. П. Королев возмутился: «Это неверно, я решительно возражаю против такого названия, ракета выносит спутник на орбиту, следовательно, она — „ракета-носитель“!». Впоследствии определение С. П. Королева стало общепринятым.

Но в то время уже стало ясно, что разработка и изготовление научной аппаратуры для первоначального варианта искусственного спутника Земли отстают от разработки ракеты-носителя.

С. П. Королев принимает смелое решение и обращается в правительство с предложением осуществить запуск двух простейших спутников. Во второй половине сентября 1957 года группа специалистов, включая всех главных конструкторов, вылетела на космодром.

Собирались в аэропорту «Внуково», у газетного киоска. Подъезжали по одному, здоровались тихо, чтобы не обращать на себя внимание. Для нас приготовили специальный самолет «Ил-14». Поздно вечером поднялись в воздух, и каждый стал устраиваться поудобнее, так как лететь предстояло более восьми часов. На месте нас встретили, рассадили по маши-

нам и повезли туда, где нам предстояло жить и работать. Все как-то непривычно, таинственно и торжественно...

Первое утро — ясное, но уже прохладное. Вокруг голая степь, и, когда начинается ветер, песок проникает всюду.

После завтрака я пошел в монтажно-испытательный корпус — огромное сооружение, похожее на ангар, где должны были проводиться сборка ракеты-носителя, ее испытания, проверка всех систем, в том числе вместе со спутником.

Вскоре приехал М. В. Келдыш, совсем иной, даже внешне, в рабочей рубашке и в кепке. Потом прибыл председатель Государственной Комиссии по запуску спутника, внесший огромный вклад в создание ракетной техники и ее становление в СССР. Все шло нормально (без «бобиков», как говорили испытатели). Сборка всего макета «ракеты-носителя» производила потрясающее впечатление: работали всего два человека — один внизу, а другой на кране. Команды подавались движением рук.

После сборки начинались «генеральные» испытания. Помню, как в один из моментов таких испытаний главный конструктор систем управления Н. А. Пилюгин уселся перед ракетой и сам начал проверять работу рулевых двигателей.

Периодически появлялся С. П. Королев. Все сразу как-то становилось строже. Уважение к Главному сказывалось во всем.

На стыковку спутника с «ракетой-носителем» собрались все члены Государственной Комиссии. Наконец, наступил момент проверки сигналов спутника. Торжественно и величаво по монтажно-испытательному корпусу разнеслось «Бип-Бип-...». Кто-то даже крикнул «Ура».

В эти дни С. П. Королев был сдержан, молчалив, даже суров.

И вот Государственная Комиссия принимает решение о вывозе «изделия» на старт. С. П. Королев шел впереди вместе со всеми главными конструкторами до самого места старта. Они шли — по дороге бесшумно, накануне эпохального свер-

шения, что открывало новую эру в истории цивилизации.

Приближался звездный час в жизни С. П. Королева и всех его сподвижников...

4 октября 1957 года Первый в мире искусственный спутник Земли запущен!

О, русский народ! Твоя слава приумножилась еще одним великим свершением, подвигом, на века вошедшим в историю человечества. Неизвестный горнист за несколько минут до старта ракеты возвестил начало новой эры — космической!.. Отныне и на века имя С. П. Королева будет стоять в одном ряду с величайшими деятелями мировой науки и культуры!

Ликование было всеобщим. В середине дня собрались в кинозале. Председатель Государственной Комиссии передал приветствие руководителей партии и правительства всем участникам запуска. Выступили С. П. Королев и М. В. Келдыш — каждый говорил о значении свершенного, поздравлял с успехом.

Вечером меня пригласили к С. П. Королеву. Здесь уже находились М. В. Келдыш, а также главные конструкторы — необходимо было срочно готовить редакционную статью о первом в мире искусственном спутнике Земли.

Не замечая усталости, счастливые сидели в самолет, чтобы лететь в Москву. Летели молча, вдруг из своей кабины выходит пилот и обращается к С. П. Королеву:

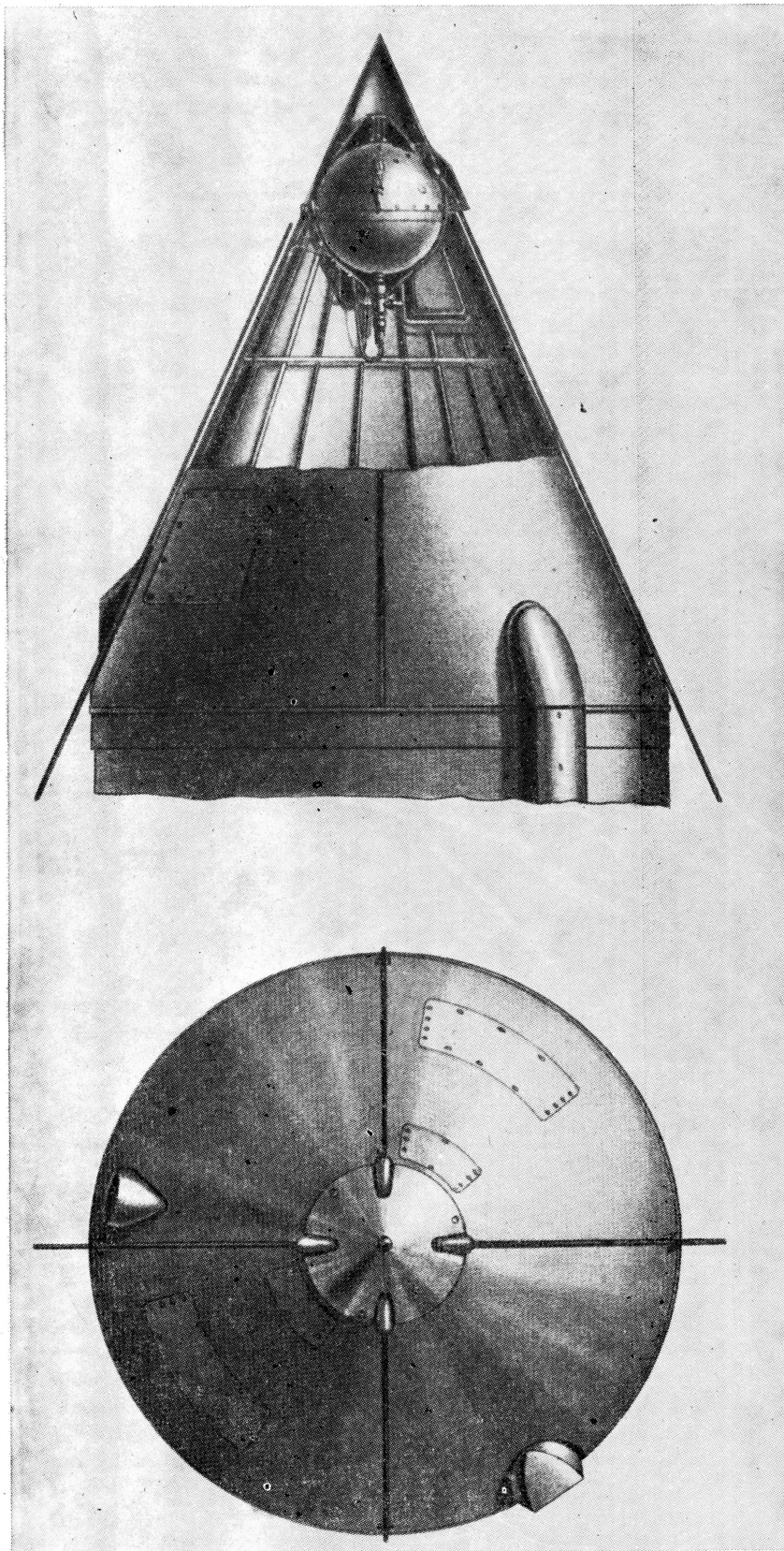
— Сергей Павлович, весь мир говорит о запуске спутника, на всех языках только одно: «Россия, Спутник!»

С. П. Королев прошел к пилотам и вскоре вернулся.

— Да, товарищи, весь мир потрясен запуском спутника; кажется, мы действительно наделали много шума, — радостно улыбаясь, сказал Сергей Павлович.

Это известие все стали бурно обсуждать. Вскоре раздался знакомый голос Юрия Левитана, он повторял сообщение ТАСС о запуске первого спутника Земли.

На другой день после возвраще-



*«Простейший спутник 1».
Так назывался первый
в истории космический аппарат,
выведенный на околоземную орбиту.
Произошло это 4 октября
1957 года в 22 ч 28 мин
по московскому времени*

ния в Москву Д. Е. Охочимский (ныне член-корреспондент АН СССР) со своими сотрудниками, я и коллеги из ОКБ С. П. Королева собрались для продолжения работы над статьей. К вечеру она была написана и перепечатана на машинке. После тщательного редактирования, в котором активное участие приняли М. В. Келдыш, С. П. Королев, В. П. Глушко, мне поручили ехать со статьей в «Правду». Там вместе с заведующим отделом А. Г. Азизяном я провел всю ночь, проверяя каждый абзац статьи, пока она набиралась. 9 октября 1957 года статья о первом искусственном спутнике Земли была опубликована в газете «Правда».

С. П. Королев ясно представлял, что осуществление грандиозных проектов межпланетных экспедиций потребует огромных затрат — творческих и материальных. Поэтому главное — строгое ограничение в выборе решаемых задач. Гигантская энергия С. П. Королева всегда была подчинена его творческой самодисциплине и гениальной интуиции инженера в выборе следующего шага. Он смело шел на риск, но риск оправданный, а потому необходимый. В этом и состояла органическая связь всей деятельности Главного конструктора С. П. Королева с эпохой, его глубокое понимание духа времени. О С. П. Королеве можно сказать, что он был фантастическим реалистом своего века. Подтверждение этому — создание первого искусственного спутника Земли.



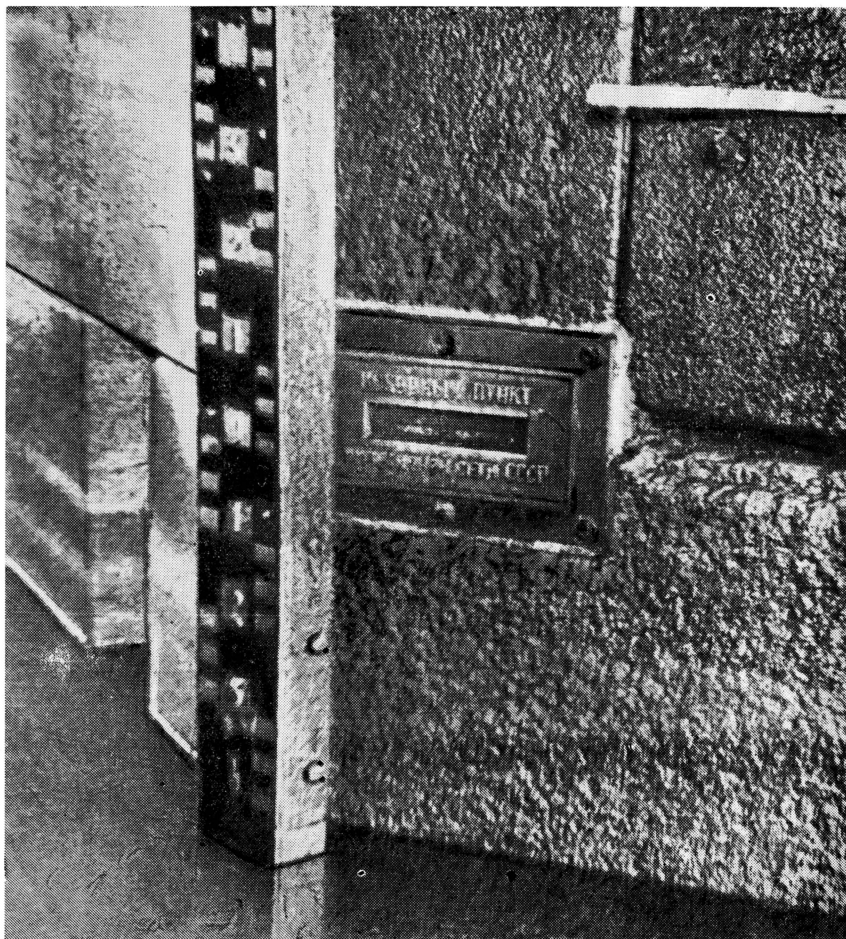
ИЗ ИСТОРИИ
НАУКИ

Кандидат технических наук
И. С. ПАНДУЛ
Кандидат технических наук
С. Н. ШАБАРОВ

Кронштадтский футшток и исходный пункт нивелирной сети СССР

Речь в статье пойдет о «биографии»... нуля высот земной поверхности. Это очень важная характеристика в системе абсолютных высот и глубин на всей территории государства, в омывающих ее морях, в атмосфере и в космическом пространстве. Единая система высот нужна при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных сооружений, в картографии, при изучении форм рельефа и решении ряда научных задач. Для введения такой системы необходимо, во-первых, выбрать непрерывную поверхность, от которой однозначно отсчитываются абсолютные высоты, и, во-вторых, указать начальную точку (нуль) отсчета.

Существует несколько различных систем высот. В ряде стран Западной Европы начало счета, независимо от принятой системы высот, носит название «нормальный нуль» (Normal Null, или сокращенно NN). Для национальной высотной сети Нидерландов и объединенной нивелирной сети 14 западноевропейских государств это Normal Amsterdamsch Peil — высота среднего уровня Северного моря, определенная по футштоку в Амстердаме за период 1843—1860 годы. Исходный пункт нивелирной сети Франции, высота которого определена по среднему уровню Средиземного моря близ Марселя, — тоже нормальный нуль (Zero Normal). Подобный же исходный пункт ФРГ (VFI) — нормальный нуль в Валленхорсте. Как видите, термин «нормальный нуль» очень давно и прочно утвердился во многих странах. В нашей стране его «биография» сложилась весьма не просто, даже, пожалуй, романтично.



Кронштадтский футшток (металлическая рейка с двухсантиметровыми делениями для регистрации уровня воды) и исходный пункт нивелирной сети СССР или Кронштадтский нормальный нуль (горизонтальная черта на медной пластине)

Фото И. С. Пандула
(публикуется впервые)

В 1703 году вскоре после основания Петербурга по указу Петра I в России начались наблюдения за колебаниями уровня Балтийского моря. Регулярные же наблюдения такого рода были налажены в Военной гавани Кронштадта лишь с 1804 года, но впоследствии футшток (рейка с делениями, по которым отсчитывалась

высота уровня воды) был разрушен, и наблюдения оказались потерянными для науки. В 1825 году наблюдения за уровнем Балтийского моря возобновились. Футшток установили на одной из опор Синего моста через Обводный канал в Кронштадте (в канале нет столь сильных колебаний поверхности воды, как на берегу открытого залива).

В 1840 году выдающийся русский гидрограф М. Ф. Рейнеке обработал материалы наблюдений высот уровня воды за 15 лет и на их основании вычислил высоту среднего уровня моря в этом месте на середину 1832 года (эпоха 1832,5). Марка Рейнеке — это черта, грубо выбитая на гранитном устое Синего моста. Вначале марка использовалась только для гидрографических работ — по ней устанавливались деревянные футштоки.

В конце прошлого века вдоль бурно строившихся в России железных дорог стали прокладывать нивелирные линии. Фиксировались они марками, которые крепились в стенах вокзалов и других сооружений. Все острее ощущалась нужда в надежной нивелирной сети с единым началом счета высот. В 1872 году марку Рейнеке практически впервые использовали как начало счета высот. Относительно нее известный русский астроном-геодезист Н. Я. Цингер определил высоту марки № 173 в Ораниенбауме (теперь город Ломоносов). Расстояние между этими марками составило около 5 км. Зимой 1875 года военный геодезист А. А. Тилло и директор Морской обсерватории в Кронштадте В. Е. Фус впервые выполнили геометрическое нивелирование по льду Финского залива, связав марку Рейнеке с материком — маркой № 173.

По марке Рейнеке устанавливались нули футштоков, поэтому ее иногда в обиходе стали называть «нулем кронштадтского футштока». Так родился псевдоним.

Как же развивались дальнейшие события? В 1890 году пулковский астроном Ф. Ф. Витрам прикрепил на месте марки Рейнеке медную пластину с горизонтальной чертой. Так появилась марка Витрама. Еще через



Памятник П. К. Пахтусову, одному из первых русских полярных исследователей, в Кронштадте

Фото А. В. Зубова

два года он определил разность высот между этой маркой и верхней перекладиной буквы «П» в сло-

ве «Польза», что высечено на постаменте памятника П. К. Пахтусову — известному исследователю Новой Земли (Слово «Польза» — часть девиза ученого: «Труд. Польза. Отвага». Надпись как бы опоясывает постамент.) Перекладина буквы и стала основным контрольным репером. Расположенный в сотне метров



Фрагмент пьедестала памятника П. К. Пахтусову. Верхняя горизонтальная черта буквы «П» в слове «Польза» служит основным контрольным репером уровнемерной станции «Кронштадт»

от Синего моста памятник служит таким репером и по сей день.

Прошло более десяти лет. Медная пластина Витрама выпала из своего гнезда и затерялась. Тогда Х. Ф. Тонберг — скромный преподаватель Морского инженерного училища и сотрудник астрономической и компасной обсерватории в Кронштадте — в сентябре 1913 года прикрепил к устью моста новую пластину, установив ее на основании нивелирования от репера на постаменте памятника Пахтусову. Теперь она называется «пластиной Тонберга». Это медный прямоугольник размерами 34×9,5×0,5 см с крестом. Вертикальная линия креста проходит через центр пластины с круглым отверстием для установки подвесной рейки. Горизонтальная черта служит нулем уровнемерного поста гидрометеорологической станции «Кронштадт». Именно эта горизонтальная черта и есть нуль Балтийской системы счета высот. В 1951 году пластину Тонберга дополнительно закрепили специальной защитной рамкой из брон-

зово-никелевого сплава. На рамке надпись: «Исходный пункт нивелирной сети СССР».

Раньше в нашей стране высоты отсчитывали от поверхности, которую в первом приближении можно представить как поверхность Мирового океана в невозмущенном состоянии, мысленно продолженную под материками так, чтобы она в любой точке была перпендикулярна направлению отвесной линии. Читатели, вероятно, помнят, что поверхность эта называется геоидом (Земля и Вселенная, 1979, № 5, с. 30—34.— Ред.). Высоты земных точек над поверхностью геоида называют ортометрическими высотами. Но теория ортометрических высот требует невозможного — непосредственных измерений силы тяжести вдоль отвесных линий внутри Земли. Известно, что сила притяжения Земли далеко не одинакова в разных точках нашей планеты. Она зависит от плотности и глубины залегания горных пород. Поэтому ортометрические высоты нельзя определить математически строго и однозначно. В связи с этим в СССР с 1952 года высоты принято отсчитывать от некоторой вспомогательной поверхности, проходящей через горизонтальную черту пластины Тонберга, положение которой можно определить по измерениям только на земной поверхности, без привлечения гипотетических данных о внутреннем строении Земли. Эта поверхность получила название квазигеоида, а соответствующая ей система — системы нормальных высот. Теория нормальных высот предложена и разработана членом-корреспондентом АН СССР М. С. Молоденским (Земля и Вселенная, 1979, № 4, с. 56—58.— Ред.).

Поверхности геоида и квазигеоида в открытых морях и океанах совпадают, но на материках расходятся, причем в высокогорных районах это расхождение может достигать 2 м. Для точек одной и той же уровневой поверхности, лежащих на разных географических широтах, нормальные высоты различны. Поэтому неправильно говорить, что в СССР высоты отсчитывают от среднего уровня Балтийского моря. На самом деле у

нас высоты отсчитывают от поверхности квазигеоида. В настоящее время вся нивелирная сеть СССР вычислена в системе нормальных высот.

Казалось бы, история нормального нуля высот подходит к концу. Но рядом с марками Рейнеке, Витрама, Тонберга всегда устанавливались футштоки. Сперва — деревянные (они менялись через один-два года), потом, с 1929 года, — металлические. Срок службы металлических реек 30—40 лет, но и они в конце концов портятся от воздействия морской воды. Несмотря на все меры предосторожности, случалось иногда, что рейки смещались относительно своих исходных положений. Кстати, первым это заметил еще М. Ф. Рейнеке. Нуль его футштока оказался выше среднего уровня моря на 17,5 см. В апреле 1909 года Х. Ф. Тонберг установил, что нуль футштока находится на 2,5 см ниже черты на пластине Витрама. Смещения нулей футштоков от исходной черты наблюдались и в другие годы. Последний, ныне действующий футшток был установлен в марте 1960 года. Это металлическая рейка с фарфоровыми вкладышами двухсантиметровых делений. Нуль его на 1,3 см ниже нуля Балтийской системы счета высот.

Сказанное свидетельствует о том, что нуль футштока не может служить той стабильной начальной точкой отсчета, от которой ведется счет абсолютных высот. Началом счета высот является нормальный нуль — горизонтальная черта на пластине Тонберга.

7 апреля 1946 года Совет Министров СССР принял постановление «О введении единой системы геодезических координат и высот на территории СССР». Постановление предписывает: «...за исходный уровень высот принять Балтийское море (Кронштадтский футшток)». В действующей инструкции по нивелированию от 1974 года сказано: «Высоты пунктов государственной нивелирной сети считают от нуля Кронштадтского футштока (Балтийская система)». Но что же такое нуль Кронштадтского футштока? Существует два ответа. Первый: это нулевое деление водо-

мерной рейки Кронштадтской гидрометеорологической станции. И второй: это горизонтальная черта на медной пластине, установленной возле рейки Х. Ф. Тонбергом в 1913 году. Что же получается? Название «нуль Кронштадтского футштока» применяется сегодня и для обозначения нуля водомерной рейки, и для черты на пластине. Разные эпохи, разное назначение, наконец, просто разные высоты... Такая двойственность недопустима в научной терминологии, по-

этому целесообразно горизонтальной черте на металлической пластине Тонберга по праву официально присвоить наименование «Кронштадтский нормальный нуль».

В заключение напомним, что в ближайшее время намечается строительство дамбы для защиты Ленинграда от наводнений. Это грандиозное сооружение несомненно вызовет изменение гидрогеологических условий региона, а это может породить медленные вертикальные движения

земной коры и привести к перемещениям устоев Синего моста, на одном из которых закреплена пластина Тонберга. Поэтому мы считаем, что необходимо создать опытный геодинамический полигон в районе строительства дамбы и разработать комплекс мероприятий для сохранности Кронштадтского нормального нуля — важного элемента государственной нивелирной сети СССР.

ТРЕТЬЯ ГРАВИТАЦИОННАЯ ЛИНЗА

Группа американских астрофизиков обнаружила третий пример «кратного» изображения квазара. Это явление, предсказанное давно, но впервые наблюдавшееся лишь в 1979 году, по-видимому, связано с отклонением излучения квазара вблизи массивной галактики, которая расположена на пути между квазаром и земным наблюдателем. В этом случае галактика играет роль своеобразной гравитационной линзы: своим гравитационным полем она искажает изображение квазара и делает его двойным, тройным или еще более сложным. Доказательством того, что несколько изображений квазара принадлежат одному источнику, может служить их одинаковое красное смещение, одинаковая интенсивность линий различных химических элементов в спектрах, а также изменение их яркости, если оно происходит сходным образом у всех компонентов. Первые два условия могут быть проверены сразу после открытия «кратного» квазара, но проверка последнего условия требует многолетних наблюдений и пока еще не была осуществлена ни в одном из случаев.

В 1979 году был открыт «двойной» квазар 0957+561 А и В в созвездии Большой Медведицы (Земля и Вселенная, 1980, № 3, с. 34—35. — *Ред.*), а в 1980 году — «тройной» квазар Q 1115+080 в созвездии Льва (Земля и Вселенная, 1981, № 6, с. 79. — *Ред.*). Оптические компоненты этих квазаров расположены на расстоянии в несколько угловых секунд друг от друга, имеют практически одинаковое красное смещение и очень похожие линии в спектрах. Ни в том, ни в другом случае галактику — гравитационную линзу — пока найти не удалось.



Третий «кратный» квазар в созвездии Рыб был обнаружен в 1981 году американским астрофизиком Д. Уидманом на фотопластинках, полученных на 3,6-метровом канадо-франко-американском телескопе высокогорной обсерватории Мауна-Кеа (Гавайские о-ва, США). Затем Д. Уидман и его коллеги исследовали этот «двойной» источник с помощью многозеркального телескопа Аризонско-Смитсоновской астрофизической обсерватории (США) и подтвердили, что спектры обоих компонентов квазара имеют одинаковое красное смещение (2,15) и одинаковую интенсивность линий основных химических элементов (С, О, Si). Оптические компоненты двойного квазара получили обозначение 2345+007 А и В (А — более яркий компонент). Угловое расстояние между компонентами 7,3", а их визуальные величины 19,5 и 21^m.

Этот «кратный» квазар находится от нас дальше, чем два других. Несмотря на это угловое расстояние между компонентами квазара довольно велико — больше, чем в предыдущих случаях. Источник гравитационной фокусировки — далекая галактика — также пока не найден. *Astrophysical Journal Letters*, 1982, 255, 1.

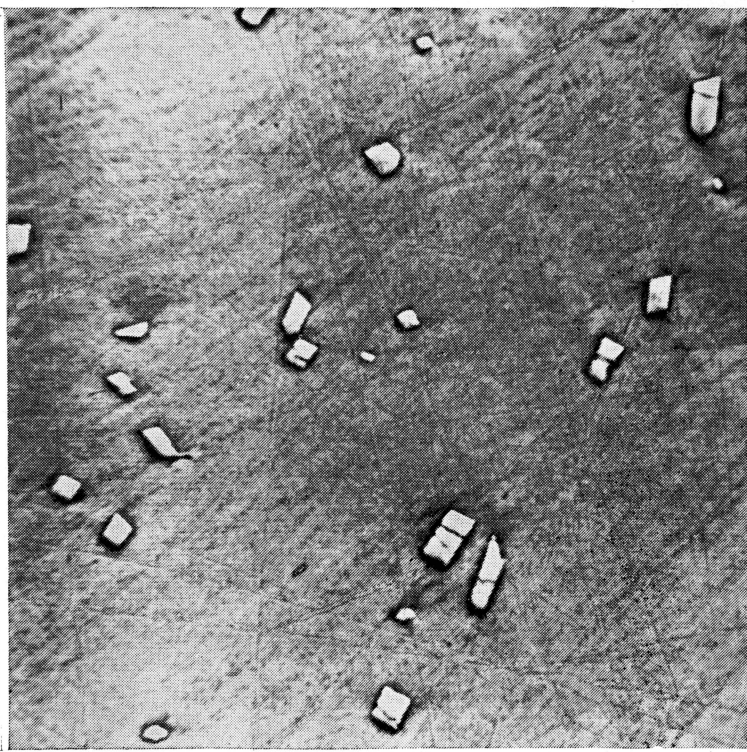
ДРЕВНЕЙШИЙ МЕТЕОРИТ НАШЕЙ СТРАНЫ

Комитету по метеоритам АН УССР долгое время не везло. Казалось бы,

комитет располагает представительной коллекцией метеоритов, что хранится в Научно-природоведческом музее АН УССР; хорошей приборной базой в Институте геохимии и физики минералов АН УССР; квалифицированными научными сотрудниками, успешно исследующими космическое вещество в отделе ядерной геохимии и космохимии, который возглавляет профессор Э. В. Соболевич, — короче, есть у комитета все необходимое для плодотворной работы. Одна беда — уже давно не было новых находок метеоритов на территории Украины. Неоднократно выезжали сотрудники комитета по письмам и звонкам жителей, но это были, как правило, либо земные породы и промышленные шлаки, либо обгоревшие части спутников.

В июне 1981 года сотрудникам комитета стало известно, что в Артемовске Донецкой области в пласте каменного угля найден железный образец массой 144 г, который предположительно отнесен к метеоритам. Сообщение было очень заманчивым, и все же оставалось серьезное опасение, что и этот образец имеет земное происхождение. Находки самородного железа в угле не так уж редки, поскольку оно часто возникает во время каменноугольных пожаров.

Сотрудник комитета Б. В. Тертычная, побывавшая в Артемовске, привезла в Киев железный образец и его полированный шлиф, а также поведала удивительную историю находки метеорита. В 1976 году старший геолог объединения «Донбассгеология» В. В. Кулаковский решил пополнить экспозицию геологического музея, организованного по его инициативе, глыбой угля. На полке она целиком не помещалась. Разбив глыбу, В. В. Кулаковский неожиданно заметил на сколе небольшой кусочек металла. Что это,



Метеорит Марьинка
(увеличено в 1,5 раза)
Полированная поверхность
метеорита Марьинка (увеличено
в 500 раз).
На фоне никелистого железа —
камасита — заметны кристаллы
рабдита. Некоторые из них разбиты
трещинами

метеорит? В пользу такого предположения, казалось, говорили и осколочная форма и рваные края образца. Но этого было мало, требовались всесторонние исследования образца. Их провели только в 1981 году в Комитете по метеоритам АН УССР.

Чтобы изучить минеральный состав и строение образца, его полированный шлиф протравили 5%-ным ниталом (спиртовой раствор HNO_3). На протравленной поверхности отчетливо проявились строение и минеральный состав, характерные для железных метеоритов. Под микроскопом при увеличении в 500 раз на фоне металлической фазы видны хорошо развитые кристаллы минерала, который не встречается на Земле, — рабдита (соединения железа с фосфором). Многие из кристаллов имеют трещины, что свидетельствует о сильной деформации и

вполне согласуется с осколочной формой образца. После микроскопических исследований сомнений как будто не осталось — перед нами железный метеорит. Но все-таки главным критерием космического происхождения железа служит высокое содержание в нем никеля — не менее четырех весовых процентов.

Кандидат геолого-минералогических наук О. П. Шаркин выполнил рентгеноспектральные исследования образца. Этот метод настолько чувствителен, что позволяет определить элементный состав в зерне минерала размером не менее 1 мкм. И вот окончательный результат: в никелистом железе образца содержится около шести весовых процентов никеля.

По данным артемовских геологов, метеорит найден в пласте угля, который образовался примерно 285—340 млн. лет назад. Форма и особенность строения составляющих минералов свидетельствуют о принадлежности изученного образца к одному из осколков огромного метеорита, упавшего на Землю в каменноугольный период. Падение это могло сопровождаться мощными световыми и звуковыми явлениями. При ударе метеорита о поверхность Земли должен был возникнуть кратер, а сам метеорит, вероятно, разорвался на тысячи осколков,

разлетевшихся с большой скоростью. И вот один из них, пролежав миллионы лет в толще каменного угля, по воле случая попал в руки исследователей. Вполне возможно, люди сталкивались и с другими осколками метеорита, но, к сожалению, не обратили на них должного внимания. Между тем каждая из таких находок очень важна для науки, поскольку позволяет заглянуть в глубь времен, когда наша Земля и другие планеты только зарождались.

Глыба угля с метеоритом была доставлена в Артемовск из шахты Белозерской. По существующим правилам метеориту дается название населенного пункта, расположенного поблизости от места находки. Новый метеорит получил название близлежащего районного центра Марьинка.

Находка метеорита в угле уникальна. Метеорит Марьинка — один из наиболее древних метеоритов в мире (в среднеордовикских известняках Швеции найден каменный метеорит, пролежавший на Земле 463 млн. лет) и самый древний метеорит в нашей стране. Ныне этот метеорит по праву занимает почетное место в коллекции Научно-природоведческого музея АН УССР в Киеве.

Кандидат
геолого-минералогических наук
В. П. СЕМЕНЕНКО



ПО ВЫСТАВКАМ
И МУЗЕЯМ

«Международные геофизические исследования»

Так называется выставка, посвященная трем юбилеям, которые отмечают в этом году геофизики всего мира — 100-летию Первого и 50-летию Второго международных полярных годов (Земля и Вселенная, 1982, № 3, с. 58—62; № 4, с. 61—65.— *Ред.*), а также 25-летию Международного геофизического года (читайте статью Б. И. Силкина в следующем номере журнала.— *Ред.*). Экспонируется выставка в павильоне «Космос» ВДНХ СССР. На ее торжественном открытии, состоявшемся 17 мая этого года, выступили академик Е. П. Велихов, член-корреспондент АН СССР В. В. Белоусов и известный полярник Герой Советского Союза, заместитель начальника Госкомгидромета СССР, доктор географических наук Е. И. Толстиков.

После открытия выставки и пресс-конференции, проведенной для представителей газет и журналов, гости заполнили огромный зал, где на многочисленных стендах демонстрируются экспонаты более 38 научных и производственных учреждений и организаций нашей страны. Вслед за небольшим вводным разделом, материалы которого относятся к организации и проведению Первого и Второго полярных годов, а также содержат фотографии и карты, иллюстрирующие колоссальный размах работ и научных экспедиций во время Международного геофизического года, перед посетителями разворачивается экспозиция основного раздела выставки. Десятки диаграмм, разрезных схем, карт и фотографий иллюстрируют достижения в различных областях наук о Земле.

Широко представлены результаты изучения твердой оболочки нашей планеты. Привлекает внимание карта поверхности Мохоровичича на территории Центральной и Восточной Европы, составленная в результате сотрудничества академий наук социалистических стран, участвующих в совместной программе «Планетарная геофизика». Карту можно использовать для прогноза месторождений полезных ископаемых на



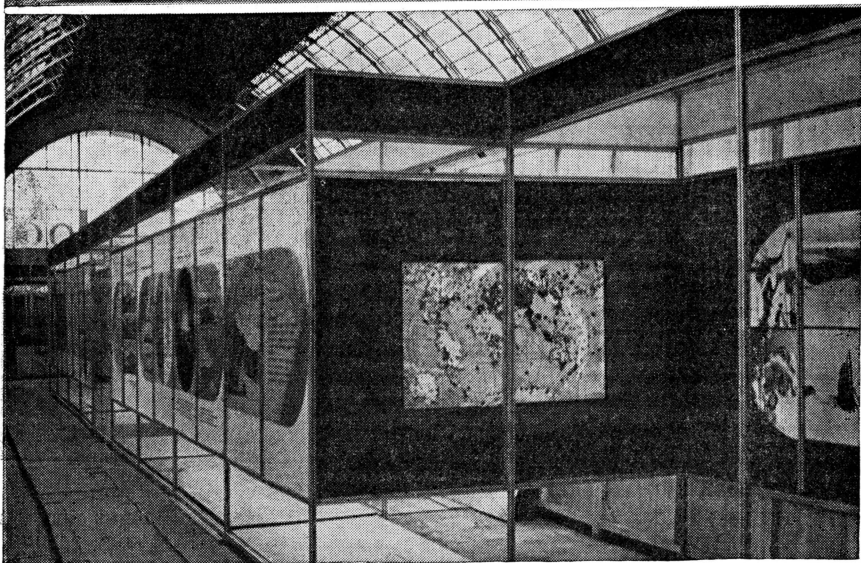
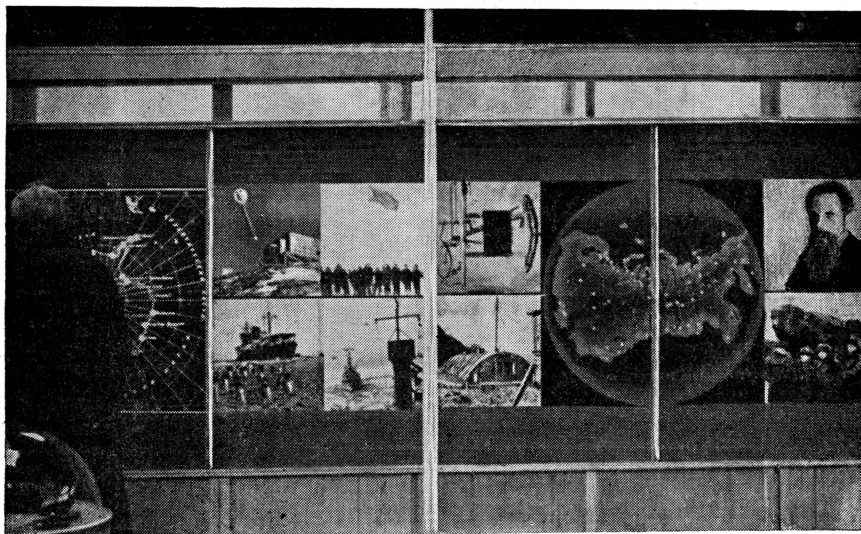
На открытии выставки.
Справа налево: академик
Е. П. Велихов,
член-корреспондент АН СССР
В. В. Белоусов,
доктор географических наук
Е. И. Толстиков

больших глубинах в земных недрах, оценки геотермальных ресурсов, предсказания землетрясений. На выставке демонстрируются диаграммы глубинных разрезов земной коры через Приморье, Японские острова, Тихий океан и через пункты Сринагар и Токтогул на Памире. В этом же разделе выставки — карта толщины литосферы Мирового океана. Внимание посетителей привлекает здесь и новая сейсмическая станция, разработанная в Институте физики Земли АН СССР.

С интересом осматривают посетители экспонаты, показывающие успехи в освоении водной оболочки Земли: материалы комплексных аэ-

рометодов для определения параметров волнения моря, течений, глубин, грунтов и рельефа дна. Эффективность гидрометеорологического обслуживания водных отраслей народного хозяйства, как показывает этот раздел выставки, только в 1981 году составила 2,3 млн. рублей. Особенно много народа у стенда, на котором представлены фотографии и схемы отечественных глубоководных аппаратов «Звук-4», «Звук-4м», «Манта-1,5». Это с их помощью были получены ценнейшие материалы со дна красноморского рифта (Земля и Вселенная, 1980, № 5, с. 53—57.— *Ред.*). Здесь же экспонируются эхোগраммы и фотографии, выполненные системами этих аппаратов.

Результаты изучения земной атмосферы отражены на диаграммах и схемах, иллюстрирующих успехи в прогнозировании опасных явлений погоды, например новороссийской ботры (приведена впечатляющая фотография этого грозного явления природы). Здесь же можно увидеть карты погоды, составленные для се-



верного и южного полушарий и для тропической зоны по данным метеостанций, а также синоптические карты метеословий, построенные на основе радиозондирования и зондирования с метеорологических искусственных спутников.

Исследованию геомагнитного поля посвящена значительная часть экспонатов выставки. Внимание привлекают красочно выполненная карта перемещения магнитного полюса Земли с 1600 года по настоящее время и другие материалы по геомагнетизму. На стендах — результаты международных исследований магнитосферы Земли, в частности итоги комплексных экспедиций «Сибирь-МИМ-76» и «Сибирь-МИМ-79». В этих экспериментах более чем на 20 пунктах одновременно регистрировались характеристики магнитного поля Земли и явления в ионосфере и магнитосфере. Для изучения полярных сияний разработаны различные приборы. Один из них — оригинальный телевизионный комплекс «Вега», позволяющий визуально наблюдать сияния и измерять их характеристики, — демонстрируется на выставке.

Обмен данными геофизических наблюдений между учеными и научными учреждениями мира — важная часть программы международного геофизического сотрудничества. Функцию обмена выполняют Международные центры данных. На выставке экспонируется диаграмма, из которой видно, что московский Мировой центр сбора и хранения геофизических данных обменивается научной информацией с учеными 118 стран.

Центральное место в зале выставки занимает огромная электрифицированная карта «Советские станции МГГ». На нее нанесены все метеорологические и аэрологические, ионосферные и магнитные, гравитационные и сейсмологические и многие другие станции, которые успешно работали в нашей стране и в Антарктиде по программе Международного геофизического года.

На стендах выставки демонстрируется литература по различным областям наук о Земле — атласы, монографии, сборники статей, журналы, научно-популярные издания. Распространяемая здесь пристоновая литература также пополняет интересную и ценную для посетителей информацию о том, как ученые всех стран мира совместно изучают и осваивают Землю.

Э. К. СОЛОМАТИНА



Кандидат технических наук
Р. Х. БЕКЯШЕВ

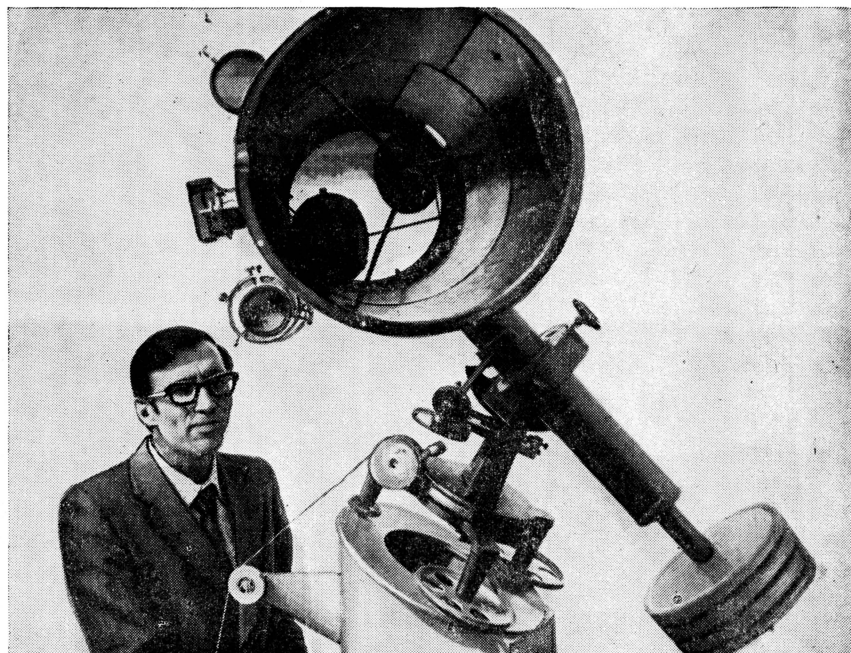
Монтировка самодельного рефлектора

Выпускаемые в нашей стране небольшие телескопы-рефракторы с объективами диаметром 60 и 80 мм (Земля и Вселенная, 1974, № 1, с. 74—77.—Ред.) и 65-миллиметровый рефlector «Алькор» (Земля и Вселенная, 1981, № 3, с. 73—74.—Ред.) хороши лишь для начинающих любителей астрономии, которые только знакомятся с небесными объектами. Человек, всерьез увлекающийся астрономией, рано или поздно поддается искушению самостоятельно построить более крупный телескоп. Такую попытку и предпринял автор статьи, когда в его распоряжении оказалось параболическое зеркало диаметром 270 мм с фокусным расстоянием 1270 мм. Автор построил рефlector системы Ньютона, в оптической схеме телескопа использовалось диагональное зеркало диаметром 75 мм.

Главное 270-миллиметровое зеркало рефлектора укреплено в металлической оправе и разгружено на три точки. Винты с мелкой резьбой позволяют изменять наклон зеркала, благодаря чему достигается точная юстировка оптической схемы рефлектора. Оправа с главным зеркалом крепится к трубе телескопа фланцами.

Труба телескопа, сделанная из 1,5-миллиметровой листовой нержавеющей стали, имеет внутренний диаметр 310 мм, а длину (вместе с оправой главного зеркала) 1300 мм. Труба состоит из двух отдельных частей, соединенных фланцами. Внутренняя ее поверхность окрашена черной матовой краской. Вблизи окулярного конца трубы на трех стойках укреплено диагональное зеркало.

В рефлекторе использованы оку-

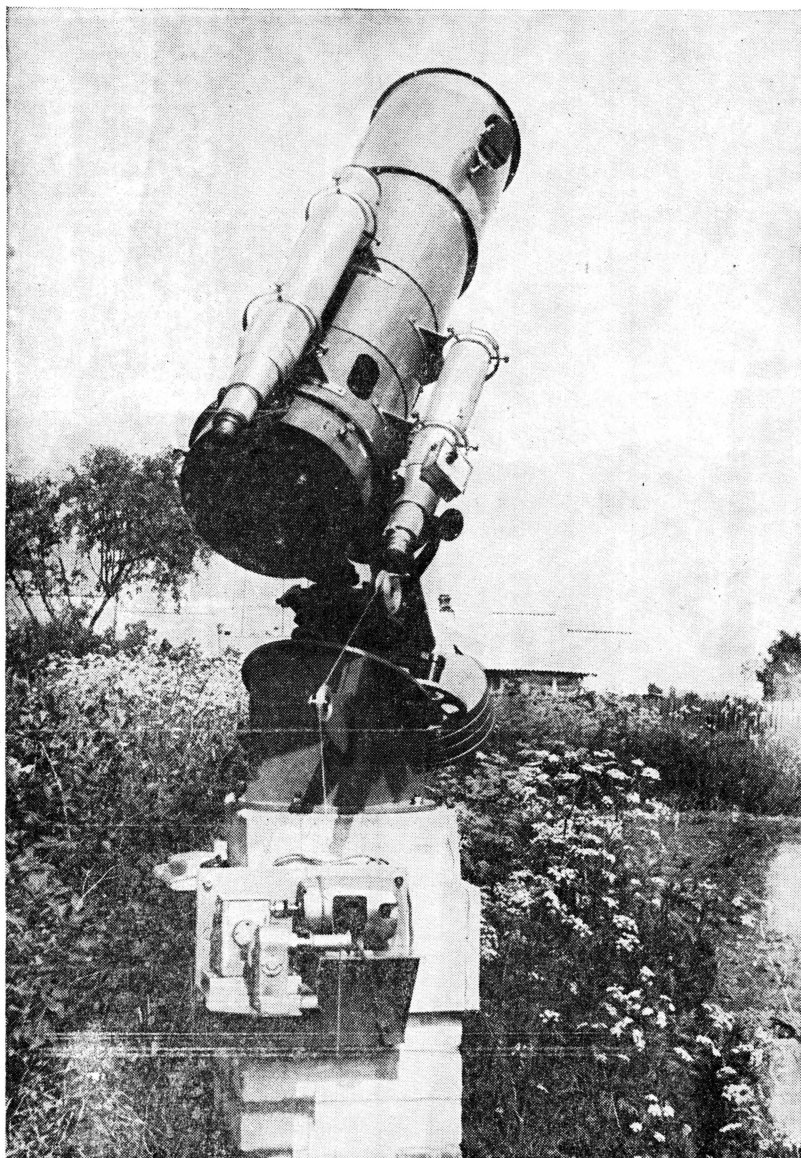


*Ризван Хусяинович Бекяшев
у самодельного телескопа*

ляры 80-миллиметрового школьного рефрактора, которые дают увеличение в 45, 60 и 125 раз.

Рефlector имеет параллактическую монтировку немецкого типа. На кирпичной колонне под углом 90° — φ к горизонту (φ — широта места наблюдений) укреплено металлическое основание. На нем находится поворотное устройство от устаревшего лабораторного оборудования. Это устройство включает массивную станину, которая опирается на три ножки, и собственно поворотную часть с двумя стойками, несущими кре-

пежный столик (кольцо). Поворотная часть имеет ось (полярная ось телескопа), фиксируемую с помощью радиально-упорного подшипника. Поверхности скольжения станины и поворотной части подвергнуты шабрению, что значительно уменьшает трение между ними. Благодаря червячным передачам крепежный столик поворачивается в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. В кольцо крепежного столика вставлена на фланце одна труба, внутри нее на подшипниках — другая. На противоположных концах внутренней трубы (ось склонений) крепятся труба телескопа и противовес. В целом параллактическая установка обладает тремя степенями свободы,



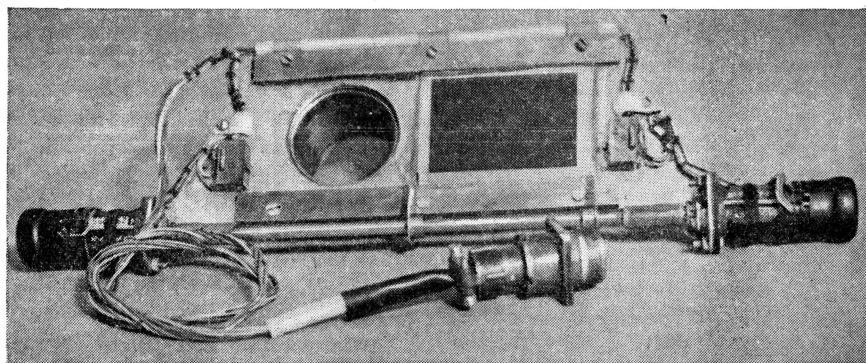
*Общий вид 270-миллиметрового
рефлектора системы Ньютона*

что облегчает наведение телескопа на выбранный участок неба и корректировку в ходе гидирования.

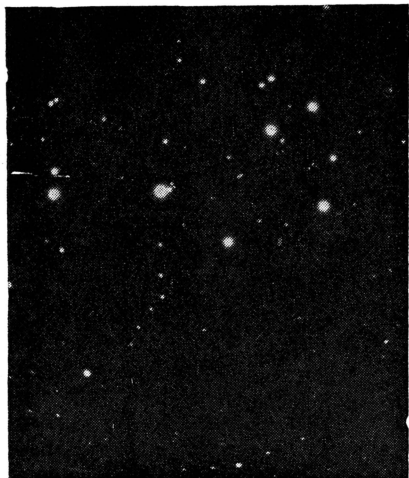
При фотографировании небесных светил поворот телескопа вокруг полярной оси осуществляется коллекторным электродвигателем переменного тока (тип УЛ-061), к валу которого присоединен многоступенчатый редуктор. Изменяя напряжение питания с помощью автотрансформатора и лабораторного проволочного реостата (30 Ом, 5 А), можно подобрать и плавно отрегулировать скорость вращения электродвигателя. Чтобы исключить вибрацию телескопа, двигатель и редуктор укреплены на кирпичной колонне. Вращение от вала редуктора к червячной передаче поворотного устройства передается через шпагатную тягу, которая связывает шкивы, насаженные на червячный винт поворотного устройства и выходной вал редуктора.

На трубе 270-миллиметрового рефлектора укреплены два вспомогательных телескопа-рефрактора с объективами диаметром 80 и 60 мм. 80-миллиметровый рефрактор служит гидом при фотографировании точечных объектов — отдельных звезд или звездных скоплений. В фокальной плоскости окуляра 80-миллиметрового рефрактора установлена в оправе стеклянная пластинка с перекрестием нитей — двумя перекрещивающимися проволочками диаметром 0,02 мм. Перекрестие освещается светодиодом (тип АЛ310А), причем его яркость можно плавно регулировать.

Когда фотографируются протяженные слабые объекты, например туманности или кометы, телескоп обычно гидируют по ближайшей к объекту яркой звезде. В этом случае появляется необходимость во втором вспомогательном рефракторе. Оптическая ось 60-миллиметрового рефрактора, как и ось гида, параллельна оптической оси рефлектора, а потому рефрактор служит для наведения всей системы на фотографируемый



*Электромеханический
затвор для фотокамеры*



Звездное скопление Плеяды. Снимок получен на самодельном 270-миллиметровом рефлекторе (аппарат «Смена», пленка чувствительностью 250 ед. ГОСТа, выдержка 10 мин)

объект и для контроля изображения на фотопленке. 80-миллиметровый

рефрактор направляется на ближайшую к объекту яркую звезду, по которой ведется гидирование.

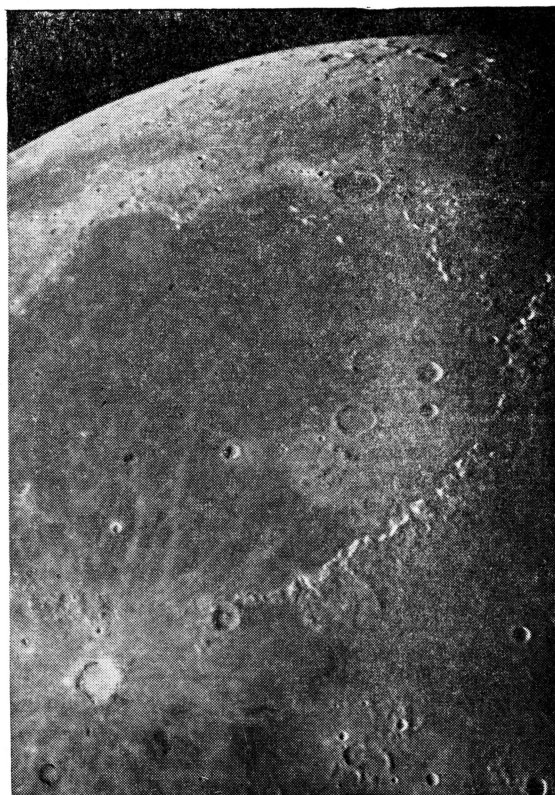
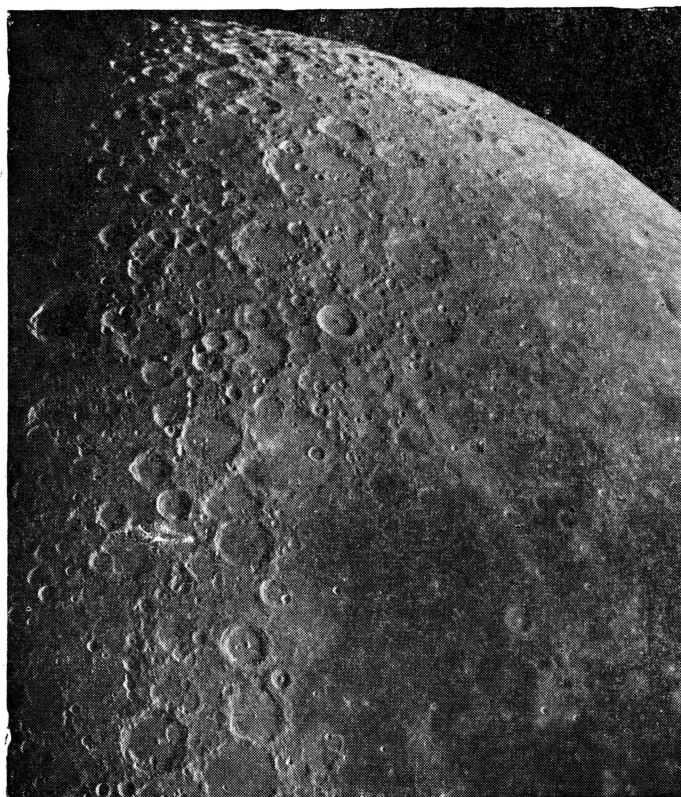
В главном фокусе 270-миллиметрового рефлектора можно установить либо аппарат «Смена» без объектива, либо самодельную деревянную фотокамеру, если съемка производится на фотопластинку. Эта камера аналогична по конструкции окулярной камере, описанной в книге В. П. Цесевича «Что и как наблюдать на небе» (М.: Наука, 1979, с. 98). Снабженная окуляром с фокусным расстоянием 20 мм, камера строит увеличенное изображение объекта на фотопластинке размером 9×12 см.

Для фотокамеры автор сконструировал электромеханический за-

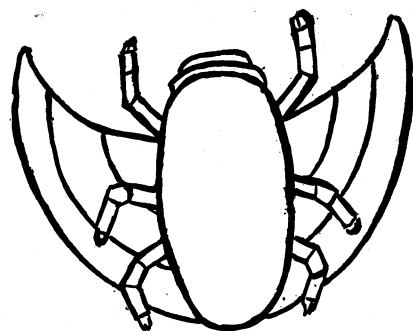
Лунный рельеф вблизи Моря Облаков (слева) и Море Дождей с окаймляющими его горными хребтами (справа). Фотографии сделаны на самодельном 270-миллиметровом рефлекторе (самодельная фотокамера, пластинки чувствительностью 130 ед. ГОСТа, выдержка 1/30 с)

твор, позволяющий плавно, без каких-либо вибраций перекрывать входное отверстие светонепроницаемой шторкой. Шторка прикреплена двумя держателями к гайкам, которые перемещаются вдоль вала с мелкой резьбой (шаг 0,5 мм). На его противоположных концах находятся реверсивные микродвигатели (тип ДП-1П-26ЦР-1К), вращающие вал. Затвор располагается на внутренней стенке трубы телескопа непосредственно перед фотокамерой. Для получения снимков с короткими выдержками камера оборудована затвором от фотоаппарата «Смена».

Юстировка оптической системы проводилась по методике М. С. Навашина, изложенной в его книге «Телескоп астронома-любителя» (М.: Наука, 1969). Для этого были изготовлены центрировочная трубка с перекрестием нитей и кольцевая насадка с картонным кружком на растяжках, которая надевается на главное зеркало, чтобы обозначить его центральную зону, куда должна падать тень от диагонального зеркала.



Рак



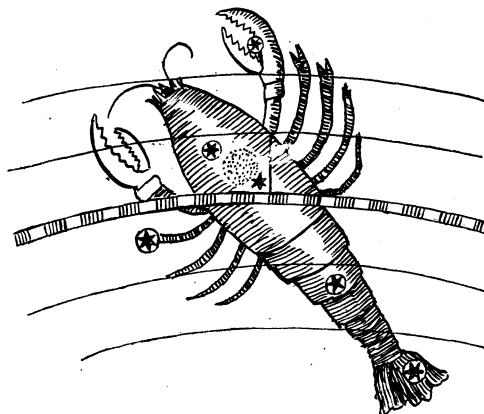
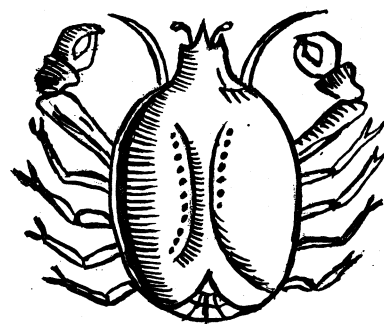
В созвездии Рака нет ярких звезд. Древним это место на небе казалось темной дырой, воротами, откуда спускались души, чтобы вселиться в людей. И тем не менее с давних пор созвездие Рака вызывало к себе особенный интерес: ведь именно находясь в этом созвездии, Солнце достигало наибольшей высоты над горизонтом. У римского писателя Макробия в его сочинении «Развалины» есть такие строки: «Вот причины, по которым двум знакам, называемым нами вратами или преградами солнечного пути, даны имена Рака и Дикой Козы [Козерога]. Рак ползет, отступая назад, и не прямо, а вбок: точно так же Солнце, придя в этот знак, начинает отступать назад и косвенно спускаться...». Эта особенность, замеченная повсеместно, вероятно, объясняет, почему у разных народов возникли сходные названия созвездия: Рак, Краб, Водяной Жук, Омар, Креветка, Лангуст. Впрочем, фантазия древних всегда тяготела к более свободным ассоциациям. Так, у ассирийцев на месте зодиакального знака Рака изображался бык, у кельтов — дуб, у японцев — цветок ириса, а у жителей Тибета — обезьяна. Египтяне наряду со священным жуком-скарабеем помещали в созвездии Рака львицу.

Древние греки усматривали в созвездии того самого чудовищного рака, которого, по их преданиям, богиня Гера, ненавидевшая Геракла, подослала к герою, когда тот сражался с Лернейской гидрой. Геракл убил и гидру, и рака. Глубоко опечаленная, Гера вознесла своего посланца на небо, где рак и пребывает по сей день подле ног обо-

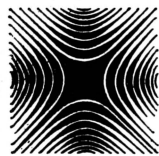
жественного и тоже взятого на небо Геракла.

По другой, теперь уже римской легенде, в этом созвездии изображали двух ослят. Такой чести они удостоились вот за что: бог виноделия и веселья Бахус, обезумевший от кутежей, отправился в храм Юпитера в надежде исцелиться, но дороге ему неожиданно преградило топкое болото, и тогда ослята, пасшиеся неподалеку, помогли Бахусу преодолеть трясины. За такую услугу бог Солнца Аполлон, весьма благоволивший Бахусу, поднял ослят на небо.

Между звездами, отождествляемыми с ослятами, находится звездное скопление Ясли, едва видимое невооруженным глазом. В старину это крошечное светлое пятнышко обычно связывали с корытцем, из которого питались ослята. Любопытно, что и арабы называли скопление «аль-малаф» — «вязанкой сена», каковую часто вешали ослу на шею.



Созвездие Рака (сверху вниз): на египетском зодиаке из храма Исиды в Дендерах; в книге «Наука звезд» Альбумазара — арабского астролога IX века; в книге «Астрономия» Бахараха — популяризатора астрономии XVI века; в книге «Театр комет» С. Любенецкого — польского астронома XVII века

КОСМИЧЕСКАЯ
ФИЛАТЕЛИЯ

Первый искусственный спутник Земли

Запуск первого в мире советского искусственного спутника Земли породил космическую филателию, ставшую ныне необычайно популярной. Более ста стран посвятили марки и другие филателистические материалы этой тематике. Почтовые выпуски, связанные с первым искусственным спутником Земли, составляют большой раздел космической филателии.

Новую тематику в филателии открыла советская марка, поступившая в обращение 5.11.1957. Она примечательна строгой документальностью: на ней схематически воспроизведена орбита спутника, опубликованная в «Правде» 9.10.1957. На марке текст: «4 октября 1957 г. Первый в мире советский искусственный спутник Земли». 28.12.1957 была издана вторая марка этой серии, точно повторяющая рисунок и текст первой марки и отличающаяся от нее только цветовой гаммой.

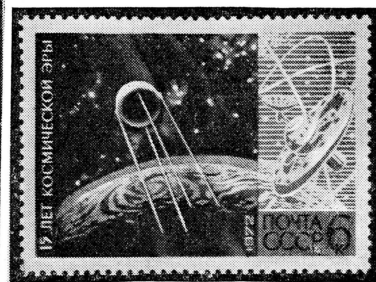
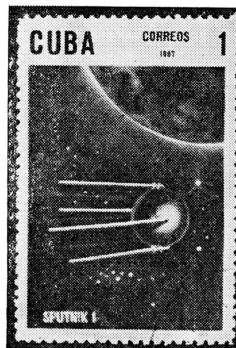
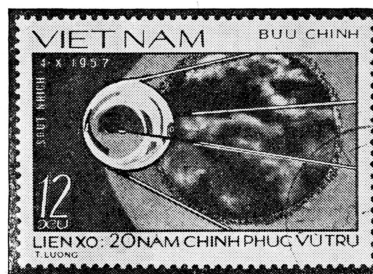
7.10.1957 советская почта выпустила марку, посвященную 100-летию со дня рождения К. Э. Циолковского. А вскоре — 28.11.1957 — юбилейная марка вышла вновь, но уже с надпечаткой: «4/X — 1957 г. Первый в мире искусств. спутник Земли». Поскольку тираж ее был невелик, эта марка, получившая название «Циолковский с надпечаткой», стала очень желанной для филателистов.

В последующие годы Министерство связи СССР отмечало юбилей запуска первенца советской космонавтики специальными марками, блоками, маркированными конвертами и почтовыми карточками. Среди них — красочный блок на мелованной бумаге с лаковым покрытием

(художник А. Соколов). На его марке крупным планом показаны Земля и орбита первого спутника, а на поле — Галактика, Солнце и орбита Земли. Текст гласит: «10 лет со дня запуска в СССР первого в мире искусственного спутника Земли. 4.X.1957 — 4.X.1967».

Другой блок (художник А. Плетнев) примечателен полиграфическим исполнением. Это единственный космический почтовый выпуск на бумаге с водяными знаками. 15-летие космической эры было отмечено выпуском серии марок в малых листах, по 6 одинаковых марок в каждом. Они рассказывают о самых

выдающихся достижениях советской космонавтики. На марках первого малого листа ИСЗ-1 на фоне звездного неба и нашей планеты, справа — космическая станция будущего. Поля листов украшены композицией из символических звезд и многократно повторяющейся надписи «15 лет». Здесь же текст: «Марка исполнена по рисунку летчика-космонавта А. Леонова и художника А. Соколова». Серия, посвященная 20-летию космической эры, состоит из шести марок и блока. На марках серии представлены различные этапы истории советской космонавтики, ее эпические достижения, космические





аппараты. Вверху каждой марки (и на марке блока) изображен первый спутник.

В почтовых выпусках, рассказывающих о приоритете советской космонавтики в исследовании и освоении космического пространства, естественно, уделено внимание и первому спутнику. Например, оригинальная серия из шести марок, расположенных на одном листе: «Первые в космосе. Достижения СССР в освоении космического пространства». Верхний ряд листа занимают марки, на которых спутник изображен на фоне государственного Герб СССР. В 1964 году был выпущен блок из шести марок под девизом: «Путь к звездам прокладывают коммунисты». На одной из марок — первый спутник.

Марки с изображением первого спутника встречаются и в сериях, которые выпускаются ко Дню космонавтики. Обычно на них показан спутник, летящий вокруг земного шара. На почтовой миниатюре 12.4.1965 представлена скульптурная композиция «Спутник» — рабочий с моделью первого спутника на фоне земного шара (скульптор С. Ковнер). Марка из серии «50 героических лет» (5.11.1967) воспроизводит керамическое панно «Индустрия» — на перед-

нем плане рабочий держит модель первого спутника (художники Д. Мерперт и Я. Скрипков). Марка повторена и на блоке этой серии.

Среди советских марок есть и такие, которые выпущены по поводам, не имеющим прямого отношения к 4 октября 1957 года, но наличие в композиции их рисунков ИСЗ-1 позволяет отнести их к рассматриваемому нами разделу космической филателии. Перечислим некоторые из них: «Стокгольмский конгресс „За разоружение и международное сотрудничество“» (1.7.1958), космическая марка из серии «XXI съезд КПСС» (3.1.1959), «День радио», (7.5.1958), «100-летие Международного союза электросвязи» (6.3.1965), «XIII Международный конгресс исторических наук» (16.8.1970), «250 лет АН СССР» (30.1.1974) и другие. Всего в нашей стране выпущено около 60 марок и блоков с изображением первого спутника, а также больше 30 маркированных конвертов и карточек.

Почтовые ведомства 20 зарубежных стран также посвятили нашему спутнику много своих марок и блоков. 6.11.1957 в Румынии поступила в почтовое обращение серия марок авиапочты с купонами. Текст гласит: «Запуск в СССР первых ИСЗ — по-

беда науки и техники, имеющая мировое значение». До этого на космических марках купонов не было. На следующий день появилась марка в ГДР, вошедшая в серию «Международный геофизический год». Вскоре подобные марки появились и в других странах (Индонезии, КНДР, КНР, Польше, Кубе, Югославии, Венгрии, Болгарии и др.). В некоторых зарубежных странах были осуществлены юбилейные выпуски. В Румынии выпустили большую серию, посвященную 10-летию запуска первого советского спутника. 20-летие космической эры отметили специальными выпусками Вьетнам, Куба, Кипр, Экваториальная Гвинея.

Много марок, посвященных первому спутнику, издано на Кубе. Отметим блок «10-летие запуска первого в мире советского ИСЗ» (4.10.1967), серию «20-летие космической эры». Особый интерес представляет блок этой серии с воспроизведением знаменитой советской марки «Циолковский с надпечаткой». На марке блока показан крупным планом ИСЗ-1, антенны которого переходят на поле блока. Под маркой текст: «XX годовщина искусственного спутника. 1957—1977», а на поле блока — «Первый искусственный спутник. 1957—1977». Всего за рубежом выпущено около 60 марок и блоков с изображением первого спутника.

НОВЫЕ КНИГИ

ЮНЫМ АСТРОНОМАМ УКРАИНЫ

Издательство «Радянська школа» (Киев) выпустило в 1981 году книгу И. А. Климишина «Жемчужина звездного неба» (на украинском языке), адресованную учащимся среднего и старшего школьного возраста. Доктор физико-математических наук, профессор И. А. Климишин автор нескольких хорошо известных нашим читателям книг (данная книга — двенадцатая).

Новая книга И. А. Климишина представляет собой краткий, оригинально иллюстрированный путеводитель по звездному небу. После небольших вводных параграфов, содержащих сведения о названиях звезд и созвездий, звездных величинах, небесных координатах и основных звездных каталогах, следует

рассказ сначала о незаходящих созвездиях, а затем о тех, которые доступны наблюдению в различные времена года. Несмотря на то, что книга небольшая по объему, автор включил почти в каждый ее параграф материал, знакомящий школьников с такими астрономическими объектами, как сверхновые звезды и пульсары, галактики и квазары. Благодаря этому читатели не только познакомятся с созвездиями, яркими звездами в них, мифами и легендами о звездном небе, но и с современными проблемами астрономии, астрофизики, внегалактической астрономии и космологии (включая проблемы, связанные с черными дырами и внеземными цивилизациями!).

ВСЕ О ГАЛАКТИКЕ В АНДРОМЕДЕ

В 1982 году издательство «Наука» выпустило книгу известного советского астронома А. С. Шарова «Туманность Андромеды». В ней собран и систематизирован огромный материал — от первых упоминаний о туманности Андромеды (относящихся к X веку) до наблюдений, недавно выполненных с помощью 6-метрового телескопа-рефлектора и аппаратуры, установленной на борту искусственных спутников Земли. Автор убедительно показывает, что «исследование туманности Андромеды — отнюдь не заверченный раздел астрономии» и что «появление новых работ еще раз подтверждает прогноз дальнейших интенсивных исследований туманности Андромеды в обозримом будущем».

Книга состоит из семи крупных частей.

Первая — посвящена истории изучения галактики в созвездии Андромеды и данным о расстоянии до нее, размерах и общей структуре. Вторая часть содержит описание центральной области галактики (ядра и центральной конденсации). Три следующие части книги содержат анализ звезд и диффузной материи, входящих в плоскую и сферическую составляющие галактики, а также в ее диск (промежуточную составляющую). Кинематике и моделям туманности Андромеды посвящена шестая часть книги.

В заключительной части книги рассматриваются спутники туманности Андромеды (их сейчас известно семь).

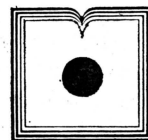
Книга А. С. Шарова — монография, рассчитанная прежде всего на астрономов-специалистов и на будущих астрономов, но многое в ней, безусловно, представляет интерес и для любителей науки о Вселенной.

Доктор физико-математических наук
Н. Б. ДИВАРИ

«Железный дождь»

Утром 12 февраля 1947 года над сихотэ-алинской тайгой пронесся огненный шар, оставивший за собой длинный дымный след. Жители Дальнего Востока стали свидетелями уникального явления природы — падения гигантского метеорита. В атмосферу Земли со скоростью около 20 км/с вторглось космическое тело — кусок металла массой несколько сотен тонн. Двигаясь в атмосфере, это тело теряло свою первоначальную космическую скорость, дробилось, нагревалось благодаря взаимодействию с атмосферой, так что поверхностный слой отдельных его обломков расплавлялся. Расплавленный слой немедленно сдувался воздушным потоком, образуя в атмосфере мощный дымный след.

Обломки распавшегося в атмосфере метеорита двигались группами и, продолжая дробиться, падали в тайгу. Скорость падения крупных обломков достигала 1000 м/с. При ударе о землю они образовали кратеры, а сами раскололись на множество кусков разных размеров. Менее крупные обломки, отделившиеся от основного тела или его частей в атмосфере, падали со значительно меньшей скоростью и не дробились при ударе о земную поверхность. В тайге на площади около 14 км² выпало множество метеоритов массой от долей грамма до двух тонн. Их общее число, вероятно, близко к 100 000, а общая масса около 70 т. Это был настоящий железный дождь! Самые крупные метеориты выпали на площади около $\frac{3}{4}$ км². Здесь они сломали или вывернули с корнями деревья, раздробили горную породу, образовав кратеры,



КНИГИ
О ЗЕМЛЕ
И НЕБЕ



наибольший из которых имеет 29 м в диаметре.

При падении метеорита были слышны на большой территории Приморского края громopodobные удары, а затем сильный треск перемежку с глухими взрывами. Казалось, звучит артиллерийская канонада. В некоторых местах дребезжали оконные стекла, осыпалась штукатурка, слетал снег с крыш домов.

Но все эти подробности еще не были известны, когда в феврале 1947 года в Академию наук СССР поступили первые сообщения о наблюдавшемся явлении. Детальные сведения об обстоятельствах падения

метеорита, о месте падения и веществе самого метеорита были получены позже, в результате тщательных исследований, которые начались в 1947 году и продолжаются в настоящее время. Об этой большой работе рассказал известный исследователь метеоритов Е. Л. Кринов в книге «Железный дождь» (М.: Наука, 1981).

Ценность книги в том, что она написана человеком, который посвятил свою жизнь изучению метеоритов, а Сихотэ-Алинскому метеориту отдал около трети века. Под руководством автора книги организованы все 15 экспедиций в сихотэ-алинскую тайгу, на место падения метеорита, а в 10 из них (в том числе и в первой) он принимал непосредственное участие. Международный авторитет Е. Л. Кринова как исследователя метеоритов и организатора работ по метеоритике в СССР столь велик, что один из минералов, обнаруженных в метеоритах, назван именем ученого — криновит.

В изучении Сихотэ-Алинского метеорита кроме специалистов по метеоритике участвовали астрономы, геологи, минералоги, магнитологи, химики, ботаники, баллистики, специалисты по теории взрывов. Весь комплекс этих разнообразнейших исследований освещен в книге «Железный дождь». Автор удачно чередует описание научных фактов с рассказом о перипетиях исследовательской работы в тяжелых условиях сихотэ-алинской тайги.

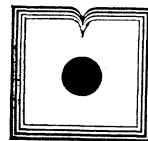
Книга начинается с изложения основных сведений о метеоритах. На 18 страницах Е. Л. Кринов сжато и наглядно знакомит читателя с содержанием метеоритики и с теми проблемами и задачами, которые решают исследователи метеоритов.

В последующих главах автор приводит результаты научных исследований на фоне описания работ, выполнявшихся как на месте падения Сихотэ-Алинского метеорита, так и в институтах Академии наук СССР с 1947 года по настоящее время. Е. Л. Кринов подробно рассказывает о свойствах гигантского метеорита, об истории его 34-летних исследований и трудностях, с которыми

встретились при этом ученые. Перед читателем возникает впечатляющая картина падения метеорита ясным безоблачным днем 12 февраля 1947 года. Для восстановления всех деталей пришлось опросить сотни случайных очевидцев в разных районах Дальнего Востока. Подчеркнут тот большой интерес и внимание, с которым отнеслись к этому явлению люди, не имеющие прямого отношения к метеоритике. Пилоты гражданской авиации П. Я. Фирциков и А. И. Агеев по своей инициативе осматривали тайгу и в конце концов обнаружили место, где упал метеорит; художник П. И. Медведев, будучи свидетелем падения метеорита, написал картину, которая приобрела научную ценность; две группы геологов, едва появилась у них возможность, зимой первыми побывали на месте падения. Энтузиасты — любители астрономии, участвовавшие в дальнейших экспедиционных работах, помогали ученым в исследованиях Сихотэ-Алинского метеорита и в пропаганде метеоритики. Ее успехи в первую очередь зависят от сборов метеоритов, что невозможно без привлечения широкой общественности.

Автор подробно описывает экспедиционную жизнь в тайге, подчас изобилующую драматическими ситуациями. Читатель сочувствует участникам экспедиции, когда они из-за поломки трактора вынуждены были большую часть экспедиционного груза переносить на своих плечах, и переживает, узнав, что кто-то из членов экспедиции заблудился в тайге. Рассказы об экспедиционной жизни, полной неожиданностей, тревог и приключений, красочные описания природы сихотэ-алинской тайги, ясное изложение научных вопросов делают чтение книги Е. Л. Кринова увлекательным занятием.

Если попытаться улучшить хорошее, то следует указать, что читатель книги «Железный дождь» отнесся бы с большим интересом к некоторым из приведенных в ней чисел, если бы они сопровождались сравнениями, доступными пониманию неспециалиста. Например, мало кто представляет истинный смысл того, что «макси-



КНИГИ
О ЗЕМЛЕ
И НЕБЕ

мальное значение остаточной намагниченности для индивидуальных экземпляров оказалось равным $70 \cdot 10^{-3}$ единиц СГС» (с. 181) или «средняя величина предела прочности при сжатии равнялась $40,6 \text{ кгс/мм}^2$ » (с. 99). Было бы полезно привести соответствующие значения для других «земных» материалов. Неясно, почему автор не всегда использует сквозную нумерацию экспедиций и вводит новую нумерацию начиная с 1967 года.

Характерной особенностью книги «Железный дождь» является ее глубокое научное содержание. Читатель получает сведения из «первых рук». Постепенно раскрывая различные научные загадки, с которыми встретились ученые на месте падения Сихотэ-Алинского метеорита, автор вводит читателя в круг новых проблем, возникших в процессе исследования. К примеру, читателю приходится задуматься над важной нерешенной проблемой о форме области, занятой выпавшими обломками метеорита. Во всех ранее известных случаях эта область представлялась эллипсом, вытянутым вдоль проекции траектории падавшего метеорита. В сихотэ-алинской тайге область, усеянная осколками метеорита, напоминает своими очертаниями бумеранг.

Прекрасно написанная книга Е. Л. Кринова «Железный дождь» благодаря охвату разнообразного научного материала и увлекательности изложения одинаково интересна как специалистам, так и широкой публике — любителям астрономии, путешествий и приключений.

Не каждому дано, «умирая, воплотиться в пароходы, строчки и другие долгие дела». Но ему это было дано. Два судна, носящие его имя, бороздят ныне океанические просторы. Книга С. И. Кан «Николай Николаевич Зубов», вышедшая в научно-биографической серии издательства «Наука» (Москва, 1981), посвящена жизни и деятельности выдающегося советского ученого-океанолога, военного моряка, организатора науки, педагога. В 1985 году будет отмечаться столетие со дня рождения Н. Н. Зубова.

Книга состоит из девяти глав и построена в хронологическом порядке. В первой рассказывается о семье, детстве и юности Н. Н. Зубова, начале военно-морской службы, участии в сражении под Цусимой. Вторая глава посвящена выбору дальнейшего жизненного пути, учебе в Морской академии, первых научных трудах. Когда в 1921 году в Мурманске по декрету В. И. Ленина был организован Плавающий морской институт (Плавморнин), Зубов принял активное участие в его работе, возглавил экспедиции в северные моря, начал систематизировать и обобщать их результаты. Об этом рассказывается в третьей главе книги.

Тема нескольких следующих глав — научная деятельность Н. Н. Зубова. Большое место в ней занимали исследования морских льдов, в том числе ледовые прогнозы. Ему принадлежит ряд методов, имеющих существенное научное и практическое значение (расчет толщины льда, дрейфа и т. д.). Многие исследования Н. Н. Зубова посвящены морским течениям и другим проблемам динамики океана, им создано учение о проливах. Нет, пожалуй, ни одного раздела океанологии, в который бы в той или иной мере не внес вклад Н. Н. Зубов. В течение нескольких лет он возглавлял Государственный океанографический институт, собрал в нем высококвалифицированных специалистов, одаренную творческую молодежь. В ту пору он организовал знаменитые «зубовские пятницы», на которые собиралась вся «океанологическая Москва».

Автору книги, так же как и авто-

Н. М. МОРОЗОВА

Книга о Николае Николаевиче Зубове



ру этих строк, посчастливилось близко знать Николая Николаевича Зубова. С середины тридцатых годов вплоть до начала Великой Отечественной войны он заведовал кафедрой океанологии в Московском гидрометеорологическом институте, был нашим любимым учителем, руководителем морского кружка, куда мы ходили, словно на праздник. Здесь происходили и встречи с севодцами, вышедшими из ледяного плена, и с Г. А. Ушаковым — начальником знаменитой высокоширотной экспедиции 1935 года на ледоколе «Садко». Экспедиция эта — Николай Николаевич был ее научным руководителем — открыла остров, названный позднее именем Ушакова, исправила неточности на карте Арктики, сделала важные измерения и наблюдения,

в том числе во льдах Гренландского, Баренцева и Карского морей. Тремя годами раньше Н. Н. Зубов и его друзья по плаванию на маленьком парусно-моторном судне «Книпович», перейдя за 82-ю параллель, первыми в мире обогнули с севера Землю Франца-Иосифа...

Заседания кружка, где рассказывалось об этих уникальных для того времени плаваниях, где мы выносили на суд профессора и друг друга свои доклады и рефераты, часто проходили на квартире Николая Николаевича. Студентам, которые жили только на свою стипендию, Николай Николаевич часто предлагал платную работу — расчеты при составлении таблиц, служивших пособиями в экспедиционных работах. Об удивительной человечности, умении большого ученого держаться с людьми просто и по-товарищески не раз упоминается в книге.

...Годы войны. 56-летний профессор не захотел эвакуироваться вместе с институтом, пошел добровольцем на флот. В начале зимы 1941—1942 годов, — рассказывает С. И. Кан, — по льду рукава Северной Двины, реки Кузнечихи, проложили железнодорожные рельсы. Расчет этой переправы произвел Н. Н. Зубов. Настал день, когда пустили первый локомотив. Лед под ним угрожающе прогибался, а наблюдавший за переправой Николай Николаевич, стоя на льду, начал приседать. Чем больше прогибался лед, тем ниже приседал Зубов. Но вот поезд приблизился к другому берегу Кузнечихи, прогиб льда уменьшился, и Зубов стал выпрямляться... Когда ему рассказали об этом, он удивился — оказывается, сам он этого и не заметил. Помнил

лишь, как волновался и как был счастлив, когда поезд благополучно преодолел речку.

А в скольких похожих и даже более рискованных ситуациях пришлось ему побывать за свою долгую жизнь! Он прошел путь от мичмана миноносца «Блестящий», отличившегося в мае 1905 года в битве под Цусимой, до инженер-контр-адмирала, консультанта Главсевморпути в пору Великой Отечественной войны, от научного сотрудника первого советского института по изучению северных морей — Плавморниина — до доктора наук, профессора, директора Госу-

дарственного океанографического института.

...Начало 1940 года. В Ленинграде, куда Николай Николаевич приехал с нами, двумя студентами из морского кружка, стояла промозглая погода. Мокрый снег падал на седую голову нашего профессора — мы хоронили его старшего друга, Юлия Михайловича Шокальского. Николай Николаевич говорил так горячо и проникновенно, что мы забыли о снеге и ветре, думали лишь о человеке, который, уйдя от живых, оставил свое имя на книгах, атласах, географической карте и в сердце

своих учеников. Свою речь Николай Николаевич закончил строфой В. А. Жуковского:

«О милых спутниках, которые наш свет

Своим сопутствием для нас животворили,

Не говори с тоской: их нет,

Но с благодарностью: были».

Эти слова полностью можно отнести и к самому Н. Н. Зубову. Книгу С. И. Кан с удовольствием прочтут все, кто любит море, путешествия, науку.

Книги 1983 года

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

В разделе учебной литературы предусмотрен выпуск четырех книг. Одна из них — пятое переработанное издание «Курса общей астрономии» П. И. Бакулина, Э. В. Кононовича и В. И. Мороза, в которой учтены достижения астрономической науки за последние годы. Три других учебных издания выпускаются впервые. В учебнике Н. П. Грушинского «Основы гравиметрии» сжато и наглядно изложены фундаментальные положения гравиметрии, а также новейшие спутниковые методы изучения гравитационного поля Земли, Луны и планет. Книгой Г. Н. Дубошина «Небесная механика. Методы теории движения искусственных небесных тел» завершается цикл учебников и учебных пособий, написанных известным советским ученым. Этот цикл охватывает основные проблемы небесной механики. Наконец, небольшая книга Н. В. Емельянова «Методы составления алгоритмов и программ в задачах небесной механики» преследует цель обучить студентов методам программирования и решения задач небесной механики на ЭВМ.

В разделе научной литературы планируется издание трех книг. «Введение в радиоастрометрию» В. С. Губанова, А. М. Финкельштейна и П. А. Фридмана — первая в мировой литературе монография, посвященная новой отрасли науки, которая возникла на стыке радиофизики и астрометрии. В книге Г. А. Гурздяна «Звездные хромосферы и дублет 2800 Å Mg II в астрофизике» изложены проблемы строения звездных хромосфер. Основой для теоретического рассмотрения послужили внеатмосферные наблюдения звезд разных типов, проводившиеся, в частности в этой линии магния. А. А. Никитин и З. Б. Рудзикас в книге «Основы теории спектров, атомов и ионов» рассказали о современной теории спектров и о некоторых ее астрофизических приложениях.

Раздел справочной литературы традиционно представлен «Астрономическим календарем на 1984 год».

Весьма разнообразен раздел научно-популярной литературы. Вторым переработанным изданием выходит книга А. В. Буткевича и М. С. Зеликсона «Вечные календари». На ее страницах рассматривается около 100 различных систем «вечных» календарей. Увидит свет второе переработанное и дополнен-

ное издание книги Ю. И. Витинского «Солнечная активность». Новая книга Л. Э. Гуревича и А. Д. Чернина «Происхождение звезд и звездных систем» содержит научно-популярное изложение современных представлений образования и эволюции звезд, звездных скоплений, галактик. Эта область астрофизики переживает сейчас бурное развитие, связанное с крупными открытиями в астрономии, новыми гипотезами, глубокими теоретическими разработками.

Готовится к выпуску пятым изданием книга М. М. Дагаева «Наблюдения звездного неба». Именно ее, пожалуй, в первую очередь следует рекомендовать начинающим любителям астрономии. Книга В. Н. Жаркова «Внутреннее строение Земли и планет» выходит в переработанном и значительно расширенном виде. По сути дела — это изложение проблем геофизики, рассчитанное на преподавателей физики и астрономии, лекторов, студентов, специалистов смежных отраслей — геохимиков и геологов.

Впервые переведена на русский язык с украинского и вскоре увидит свет книга И. А. Климишина «Релятивистская астрономия» (под редакцией В. С. Имшенника). В ней популярно рассказано об основных положениях специальной и общей теории от-

носительности, а также об их использовании в астрономии, в частности при решении проблемы черных дыр и построении моделей Вселенной. Многих заинтересует книга В. Н. Комарова «Новая занимательная астрономия», значительно переработанная по сравнению с первым изданием, осуществленным десять лет назад. В. Н. Комаров знакомит читателя с рядом открытий и проблем современной науки о Вселенной. В книгу включены несколько фантастических новелл автора. Одну из первых популярных книг о космологии — «Эволюция Вселенной» — написал известный ученый И. Д. Новиков. В будущем году выйдет ее второе дополненное издание.

Серия «Библиотека любителей астрономии» представлена научно-популярной книгой В. В. Шевченко «Луна и ее наблюдение».

В 1980 году Главная редакция физико-математической литературы начала выпуск серии научно-популярных книг для школьников «Библиотека „Квант“». В этой серии вышло уже около двух десятков изданий по физике и смежным наукам. Что особенно ценно, авторы этих книг стараются доступно объяснить сущность рассматриваемых явлений, не ограничиваясь простым их описанием. С 1983 года в серии будут выходить и книги астрономической тематики: «Земля и ее вращение» академика А. А. Михайлова, «Наша планета — Земля» А. В. Бялко, «Три закона Кеплера» Ю. А. Данилова.

Читателям рекомендуется своевременно оформлять заказы на готовящиеся к изданию книги в магазинах «Союзкниги» и «Академкниги». Это гарантирует получение нужной вам книги.

Заведующий редакцией
астрономической литературы
И. Е. РАХЛИН

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

В 1983 году выйдут 12 брошюр серии «Космонавтика, астрономия», написанные известными учеными и специалистами в области космической техники.

Брошюра Л. С. Марочника и П. Д. Насельского «Космологическая проблема» познакомит читателей с начальными этапами расширения наблюдаемой области Вселенной. В брошюре «Ультрафиолетовая астрономия» М. С. Бургин сделал обзор недавних спутниковых исследований в этом диапазоне спектра. О ближайших к нам галактиках рассказывают брошюры Ю. П. Псковского «Соседи нашей Галактики» и А. В. Засова «Карликовые галактики».

Директор Государственного научно-исследовательского центра изучения природных ресурсов И. П. Ветлов в брошюре «Космическая система „Метеор“» приводит сведения о совет-

ской спутниковой метеорологической системе.

Различным проблемам современной космонавтики посвящены брошюры А. И. Акишина и Л. С. Новикова «Воздействие среды на материалы космических аппаратов», А. С. Гвамичавы и В. А. Кошелева «Строительство в космосе».

Выйдут также два ежегодных сборника статей «Современные проблемы астрофизики» и «Современные достижения космонавтики».

Брошюры серии «Космонавтика, астрономия» распространяются только по подписке, которая производится ежеквартально в течение года.

Редактор серии «Космонавтика, астрономия»
Е. Ю. ЕРМАКОВ

НОВЫЕ КНИГИ

ТВОРЦЫ «ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЛЕТОПИСИ»

Значительный вклад в изучение Земли сделали русские и советские исследователи-землепроходцы, путешественники и геологи. Именами многих из них названы горные хребты и ледники, вулканы и реки, площади и улицы городов, месторождения полезных ископаемых, минералы. Об этом рассказывает книга Л. В. Громова и С. А. Данильянца «Названное именем геолога», выпущенная в 1982 году московским издательством «Недра».

Книга состоит из четырех глав. В первой главе авторы вместе с читателем совершают увлекательный экскурс в прошлое. Здесь рассказывается о первых русских землепроходцах, которые в XVI—XVII веках в опасных и трудных условиях совершали «хождения» в новые земли, способствуя тем самым расширению границ Российского государства. Читатель познакомится с русскими учеными, которые работали позднее, в период Великих экспедиций (1724—1825), начавшихся по инициативе Петра I. С интересом читаются страницы, посвященные дореволюционному прошлому, а также советскому периоду в развитии геологии.

Тема второй главы — имена геологов на карте нашей родины. Автор описывает хребты, горы, плато, острова и полуострова, вулканы и ледники, реки и населенные пункты, носящие имена тех, кто наносил на карту все эти географические объек-

ты. А геологам, чьи имена присвоены месторождениям полезных ископаемых, минералам, а также различным учреждениям и учебным заведениям, организациям, кораблям, специальным медалям и премиям, посвящены третья и четвертая главы книги.

Книга содержит именной указатель, включающий около 500 фамилий русских и советских геологов.

О ПРОСТРАНСТВЕ И ВРЕМЕНИ

Интересующимся философскими проблемами современного естествознания предназначена книга М. Д. Ахундова «Концепции пространства и времени: истоки, эволюция, перспективы» (М.: Наука, 1982).

Пространство и время относятся к фундаментальным понятиям, которые всегда были и остаются сопричастны основам мироздания. Эти понятия играют исключительно важную роль в человеческом мышлении, а в физике по праву считаются основными. Истоки этих понятий, по мнению автора, нужно искать в мифологических основах античной натурфилософии, рассматривая специфику мышления первобытных людей, а также анализируя генезис представлений о пространстве и времени в биологической и психосоциальной эволюции человека.

Исходя из этого, первую главу своей книги автор назвал «Истоки

5 СЕНТЯБРЬ ОКТАБРЬ 1982 ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

представлений о пространстве и времени» и проследил в ней, как в ходе эволюции человека возникло пространственно-временное видение мира и как оно развивалось на ранних этапах человеческой культуры. Здесь проанализирован обширный материал, основанный на данных физиологии, психологии, истории религии и т. д.

Вторая глава («Философская эволюция концепций пространства и времени») посвящена исследованию развития пространственно-временных представлений в античной философии, а также в философии средневековья и нового времени.

В третьей главе («Философский анализ пространства и времени в физическом познании») рассматривается пространство и время в классической механике, современных физических теориях и в физике завтрашнего дня.

ПОПУЛЯРНО О СОЛНЦЕ

В 1982 году издательство «Просвещение» выпустило книгу Э. В. Кононовича «Солнце — дневная звезда». Это пособие для учащихся. Оно доступно школьникам, окончившим девять классов. Автор поставил перед собой цель «рассказать просто о звездах, опираясь на Солнце, как на близкий и знакомый образ».

Книга начинается с общего обзора звезд и галактик. Затем читатели знакомятся с основами спектрального анализа и получают представление о том, как рассчитываются физические условия (температура, давление, плотность) внутри Солнца и каковы источники энергии Солнца и других звезд.

Несколько параграфов книги посвящено распределению температуры внутри Солнца и переносу энергии от областей, где происходят термоядерные реакции, к фотосфере и внешним слоям солнечной атмосферы. Строение звезд типа Солнца и важнейшие физические свойства вещества в них автор поясняет следующей моделью: «Центральные слои звезды — это термоядерный реактор, где происходит выделение энергии. Окружающие лучистые слои — это как бы невероятно толстые стенки котла, через которые энергия медленно просачивается наружу. Эти стенки служат дном другого котла, который можно считать заполненным как бы жидкостью: здесь вещество «кипит» и главный процесс — перемешивание отдельных масс. У этого котла имеется крышка из тонкого упругого и легко деформируемого вещества. Снизу эта крышка постоянно атакуется вихрями кипящей плазмы. Благодаря своей упругости она все время колеблется подобно мембране звучащего динамика. Волны, распространяющиеся от этой мембраны, сильно разогревают газ окружающих внешних слоев атмосферы звезды».

Далее в книге рассматриваются свойства активных областей Солнца и такие проявления солнечной активности, как пятна и вспышки. Особое внимание уделяется цикличности солнечной активности, а также разнообразным геофизическим и геобиологическим проявлениям активности Солнца.

Заключительный параграф своей книги автор назвал «Закономерность или случайность?», приглашая читателей задуматься над тем, что породило жизнь на нашей планете.

Орган Секции физико-технических и математических наук, Секции наук о Земле Президиума Академии наук СССР и Всесоюзного астрономического геодезического общества

Редакционная коллегия:

Главный редактор
доктор физико-математических наук
МАРТЫНОВ Д. Я.
Зам. главного редактора
член-корреспондент АН СССР
БУЛАНЖЕ Ю. Д.
Зам. главного редактора
кандидат педагогических наук
ЛЕВИТАН Е. П.
Член-корреспондент АН СССР
АВСЮК Г. А.
Доктор географических наук
АКСЕНОВ А. А.
Кандидат физико-математических наук
БРОНШТЭН В. А.
Доктор юридических наук
ВЕРЕЩЕТИН В. С.
Кандидат технических наук
ГЛАЗКОВ Ю. Н.
Доктор технических наук
ИЗОТОВ А. А.
Доктор физико-математических наук
КОВАЛЬ И. К.
Член-корреспондент АН СССР
КОРТ В. Г.
Доктор физико-математических наук
ЛЕВИН Б. Ю.
Кандидат физико-математических наук
ЛЕЙКИН Г. А.
Академик
МИХАЙЛОВ А. А.
Доктор физико-математических наук
НАРИМАНОВ Г. С.
Доктор физико-математических наук
НОВИКОВ И. Д.
Доктор физико-математических наук
ОГОРОДНИКОВ К. Ф.
Доктор физико-математических наук
ПЕТРОВА Г. Н.
Доктор географических наук
ПЕТРОСЯНЦ М. А.
Доктор геолого-минералогических наук
ПЕТРУШЕВСКИЙ Б. А.
Доктор физико-математических наук
РАДЗИЕВСКИЙ В. В.
Доктор физико-математических наук
РЯБОВ Ю. А.
Доктор физико-математических наук
ТОВМАСЯН Г. М.
Доктор технических наук
ФЕОКИСТОВ К. П.

Адрес редакции: 103717, ГСП, Москва К-62, Подсрсенский пер., 21, комн. 2. Телефоны: 227-02-45, 227-07-45.

Художественный редактор: Ш и м к и н а Л. Я.

Корректоры: Ермолаева В. А., Федорова Л. М.

Номер оформили: Калашникова А. Г., Ковалев А. Н., Разин Б. М., Тенчурина Е. К.

Сдано в набор 18.06.1982. Подписано в печать 18.07.1982. Т-12544.

Формат бумаги 84×108¹/₁₆. Высокая печать. Усл.-печ. л. 8,4.

Усл. кр.-отт. 532,7 тыс. Уч.-изд. л. 11,0. Бум. л. 2,5. Тираж 42060 экз. Заказ 1778

Цена 65 коп.

Издательство «Наука», 117864, ГСП-7, Москва, В-485, Профсоюзная ул., 90.

2-я типография издательства «Наука», 121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10.

(Продолжение. Начало на 2-й странице.)

29 июня международный советско-французский экипаж анализировал изменения, возникающие в системе управления движением человека в невесомости, начал биологический эксперимент «Цитос-2». Цель его — изучение жизнедеятельности микроорганизмов в условиях космического полета и влияния на них различных антибиотиков.

На установке «Кристалл» провели эксперимент «Ликвация». Он поможет уяснить влияние капиллярных сил на формирование структуры сплава алюминия и индия, которые в обычных земных условиях не смешиваются. Это представляет и практический интерес для получения новых композиционных материалов, состоящих из элементов с существенно различными плотностями и температурами плавления.

30 июня экипаж комплекса выполнил очередной цикл астрофизических исследований с аппаратурой «Пирамид» и ПСН. Перед началом фотосъемки, которая производилась на теневом участке орбиты, космонавты прокалывали аппаратуру по Солнцу. Ориентация и стабилизация комплекса осуществлялись с помощью системы автономной навигации «Дельта» и режимов точной астроориентации. В тот же день аппаратурой «Эхограф» определялось состояние сердечно-сосудистой системы космонавтов в условиях невесомости, в эксперименте «Микробный обмен» оценивались особенности формирования микрофлоры при совместном пребывании на станции двух экипажей.

1 июля была начата подготовка к спуску корабля «Союз Т-6». Его экипаж проверял работоспособность систем обеспечения жизнедеятельности и управления движением, проводил тестовое включение двигательной установки. Космонавты переносили в спускаемый аппарат и укладывали контейнеры с материалами проведенных исследований, а в орбитальный отсек — использованное оборудование.

2 июля 1982 года в 18 часов 21 минуту по московскому времени после

успешного выполнения программы совместных исследований и экспериментов В. А. Джанибеков, А. С. Иванченков и Жан-Лу Кретьен возвратились на Землю. Спускаемый аппарат корабля «Союз Т-6» совершил посадку в заданном районе территории Советского Союза в 65 км северо-восточнее города Аркалыка.

За успешное осуществление космического полета на орбитальном научно-исследовательском комплексе «Салют-7» — «Союз» и проявленные при этом мужество и героизм Президиум Верховного Совета СССР наградил **В. А. Джанибекова** орденом **Ленина**, **А. С. Иванченкова** орденом **Ленина** и **второй медалью «Золотая Звезда»**, **Жан-Лу Кретьену** присвоил звание **Героя Советского Союза** с вручением ордена **Ленина** и медали **«Золотая Звезда»**.

6 июля А. Н. Березовой и В. В. Лебедев занимались геофизическими исследованиями, вели визуальные наблюдения и фотосъемку отдельных районов земной суши и акватории Мирового океана, используя спектро- и радиометрическую аппаратуру, стационарные фотоаппараты МКФ-6М, КАТЭ-140. На борту комплекса продолжались биологические эксперименты по изучению возможностей культивирования высших растений в космическом полете.

8 июля было проведено очередное комплексное медицинское обследование космонавтов.

9 июля экипаж комплекса посвятил техническим экспериментам: отрабатывались методы ориентации и стабилизации комплекса.

10 июля 1982 года в 13 часов 58 минут по московскому времени был запущен грузовой корабль «Прогресс-14».

12 июля произошла стыковка «Прогресса-14» с орбитальным пилотируемым комплексом «Салют-7» — «Союз Т-5». Взаимный поиск, сближение, причаливание и стыковка космических аппаратов выполнялись по командам из Центра управления полетом и с помощью бортовой автоматики. Причаливание и стыковку контролировали А. Н. Березовой и В. В. Лебедев.

14 июля космонавты из грузового корабля переносили в помещение станции продукты питания, регенераторы системы жизнеобеспечения, дополнительное оборудование, аппаратуру. Программа дня предусматривала также визуальные наблюдения и фотографирование суши и акватории Мирового океана.

16 июля А. Н. Березовой и В. В. Лебедев продолжали разгрузку корабля «Прогресс-14», проводили медико-биологические исследования, а также произвели смену атмосферы в космической оранжерее «Оазис».

20 июля А. Н. Березовой и В. В. Лебедев выполняли профилактические работы по обслуживанию станции, занимались физическими упражнениями на комплексном тренажере, проводили астрофизические эксперименты с использованием французской аппаратуры «Пирамид».

22—25 июля программа полета включала астрофизические и биологические эксперименты, визуальные наблюдения и фотографирование поверхности Земли и акватории Мирового океана, тестовые включения отдельных приборов и аппаратуры. С помощью рентгеновского спектрометра проведен цикл исследований с целью обнаружения новых источников рентгеновского излучения галактического и внегалактического происхождения и получения дополнительных данных об уже известных звездах.

Космонавты провели контрольную проверку электронного фотометра, изготовленного в Чехословацкой Социалистической Республике.

27 июля А. Н. Березовой и В. В. Лебедев проверяли функционирование систем и агрегатов станции, работали с бортовой технической документацией.

29 июля завершился полет орбитальной научной станции «Салют-6». После торможения станция «Салют-6» и пристыкованный к ней спутник «Космос-1267» перешли на траекторию спуска, вошли в плотные слои атмосферы над заданным районом акватории Тихого океана и прекратили существование.

По материалам сообщений ТАСС
(Продолжение следует)

ЦЕНА 65 КОП

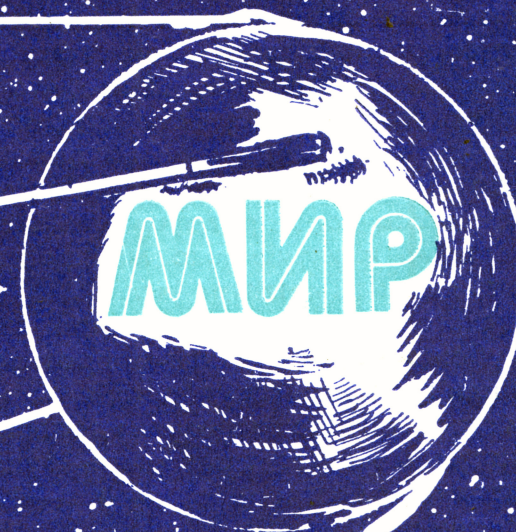


ИЗДАТЕЛЬСТВО НАУКА

ЦЕНА 65 КОП

ISSN 0044-3948

25 ЛЕТ
КОСМИЧЕСКОЙ
ЭРЫ



5 1982 ЗЕМЛЯ
И
ВСЕЛЕННАЯ

АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА
ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА



ИЗДАТЕЛЬСТВО НАУКА

Земля и Вселенная. 1982. № 5